

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Т.А. Владимирова

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

_____ 2017 г.

Проект комплекса водоснабжения посёлка "Европа"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

_____ 2017 г.

Руководитель проекта

И.А. Арканова

_____ 2017 г.

Автор проекта

студент группы АС-407

Л.М. Архипова

_____ 2017 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

_____ 2017 г.

Челябинск
2017

АННОТАЦИЯ

Архипова Л.М. Выпускная квалификационная работа «Проект комплекса водоснабжения посёлка «Европа» – Челябинск: ЮУрГУ, АС институт, 2017. – 85 с.– 7 листов ф.А1 – библиограф. 15 назв.

В выпускной квалификационной работе разработан проект комплекса водоснабжения посёлка "Европа".

В пояснительной записке приведены характеристики объекта проектирования, разработаны технологические схемы водоподготовки, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоподготовки. Так же рассмотрены технология строительного производства работ по бетонированию чаши бассейна под открытым небом.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Зав. каф.</i>	<i>Ульрих</i>					<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>85</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Арканова</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Разработ.</i>	<i>Архипова</i>					<i>Кафедра ГИСиС</i>		
<i>Проверил.</i>	<i>Арканова</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Николаенко</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	10
1.1 Данные по водопотребителям посёлка "Европа"	10
1.2 Характеристика источника водоснабжения.....	12
Выводы по главе один.....	12
2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	12
2.1 Характеристика примесей в подземных водах.....	12
2.2 Методы подготовки воды для различных водопотребителей	13
2.2.1 Методы обезжелезивания воды	13
2.2.2 Методы умягчения воды.....	21
2.2.3 Методы обеззараживания воды	32
2.2.4 Кавитационный метод обработки воды	36
Выводы по главе два	37
3 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ	37
3.1 Классификация бассейнов	37
3.2 Устройство, основное оборудование и конструкции бассейнов.....	39
3.3 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам.....	41
3.4 Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов..	43
3.5 Очистка и кондиционирование воды в бассейнах	46
3.5.1 Предварительная очистка воды бассейна	46
3.5.2 Коагулирование воды бассейна	47
3.5.3 Фильтрация воды бассейна.....	49
3.5.4 Обеззараживание воды бассейна	50
3.6 Особенности проектирования водоподготовки бассейнов под открытым небом на Урале	53
Выводы по главе три	55
4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПОСЁЛКА "ЕВРОПА"	55
4.1 Разработка технологической схемы для хозяйственно-питьевого водоснабжения и нужд котельной.....	55
4.2 Разработка технологической схемы для водоподготовки бассейна.....	56
Выводы по главе четыре	59
5 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И НУЖД КОТЕЛЬНОЙ	59
5.1 Расчет водопотребления	59
5.2 Подбор установки водоподготовки	61
Выводы по главе пять	62
6 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНА ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ	62

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

6.1 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации	62
6.2 Системы циркуляции и очистки воды.....	63
6.3 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода	63
6.4 Водозабор	65
6.5 Переливная емкость	65
6.6 Донный слив.....	66
6.7 Форсунки подачи воды	66
6.8 Обвязка трубопроводами чаши.....	66
6.9 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды.....	66
6.10 Расчет дозы и требуемого количества реагентов.....	67
6.11 Расчет насосов-дозаторов	68
6.12 Подбор установок озонирования	69
6.13 Расчет основных показателей по опорожнению бассейна и промывным водам водоподготовки	71
Выводы по главе шесть.....	71
7 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	72
7.1 Характеристика объекта	72
7.2 Земляные работы	72
7.3 Технология бетонирования бассейна	72
7.4 Определение объёмов работ.....	73
7.5 Расчет графика производства работ	76
7.6 Подбор машин и механизмов	79
7.7 Рекомендации по технологии выполнения строительно-монтажных работ	80
7.8 Контроль качества	82
Выводы по главе семь	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	85

ВВЕДЕНИЕ

Выбор места поселения людей, городской застройки всегда неразрывно связан с наличием источника водоснабжения. Качество воды в источнике напрямую влияет на характер системы водоснабжения, на наличие или отсутствие в ней определенных сооружений, на методы обработки воды.

Согласно закону о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, вода должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна обладать благоприятными органолептическими свойствами.

Целью работы является разработка проекта комплекса водоснабжения посёлка "Европа" для создания комфортных условий проживания жителей и гостей.

В соответствии с целью основные **задачи** данной работы:

- охарактеризовать объект проектирования, основных водопотребителей, источник водоснабжения, качество воды, необходимой разным группам потребителей;
- провести литературные обзоры по методам водоподготовки и по проектированию и эксплуатации плавательных бассейнов;
- на основе литературного обзора разработать технологическую схему и подобрать оборудование водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд населения и технологических нужд других водопотребителей;
- на основе литературного обзора разработать технологическую схему и подобрать оборудование водоподготовки бассейна под открытым небом;
- разработать технологию строительного производства по бетонированию чаши бассейна под открытым небом

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Данные по водопотребителям поселка "Европа"

Поселок Европа расположен на берегу озера Кум-Куль Аргаяшского района Челябинской области, в 50 км от города Челябинска. Площадь поселка составляет 3,4 га. Размещение объектов предусмотрено в соответствии с действующими санитарными, пожарными нормами и правилами.

В поселке находится 12 многоквартирных жилых домов общей площадью 11037 м², технические и хозяйственные постройки (в том числе котельная, локальные очистные сооружения, пункт охраны, автомойка). Генеральный план поселка представлен на листе 1.

Количество жителей поселка - 275 человек. Для жителей домов предусмотрены площадки для отдыха: детские (с детской зоной на пляже), спортивные, мангальная зона, пирс для катеров, лодок, катамаранов оборудованный пляж, бассейн под открытым небом размерами 12 м × 5 м × 1,4 м. Кроме того, на территории размещена площадка для сбора мусора, автопарковки для жителей домов и их гостей, а также для посетителей мангальных зон и пляжа. В нескольких домах на первых этажах организованы встроенные помещения общественного назначения (магазин, аптека, детский клуб, парикмахерская и другие).

Основное водопотребление поселка Европа складывается из расходов на хозяйственно-питьевые нужды населения, полив тротуаров и зеленых насаждений, технологические нужды автомойки, котельной, подпитки вод бассейнов.

Вода, предназначенная для хозяйственно-питьевого водоснабжения, должна иметь благоприятные органолептические свойства: быть прозрачной, бесцветной, без привкусов, без запахов, не содержать видимых примесей, осадков; быть безвредной по химическому составу: не содержать канцерогенные, радиоактивные и вредные химические вещества; быть безопасной в бактериологическом и радиационном отношении: не содержать патогенных бактерий, вирусов, простейших, яиц гельминтов, соответствовать по показателям α и β активности.

Плавательные бассейны представляют собой объекты коллективного пользования, поэтому по основным физико-химическим и бактериологическим показателям вода в них должна удовлетворять нормам для питьевой воды [2 из Д].

К воде, используемой для питания котлов, предъявляются иные требования, чем к воде хозяйственно-питьевого назначения: жесткость общая не должна превышать 0,03-0,5 мг-экв/л; содержание железа не более 0,2 мг/л. Вода не должна давать отложений шлама и накипи, разъедать стенки котла и вспомогательные поверхности нагрева, а также вспениваться. Поэтому после приготовления воды для хозяйственно-питьевых нужд она проходит дополнительный узел умягчения, и только потом подается в котельную.

В поселке создается единый комплекс водоподготовки, совмещенный с котельной, который значительно экономит использование площадей, снижает затраты на эксплуатацию и обслуживание.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.2 Характеристика источника водоснабжения

Поселок Европа расположен на берегу озера Кум-Куль. Расположение представлено на рисунке 1.1.

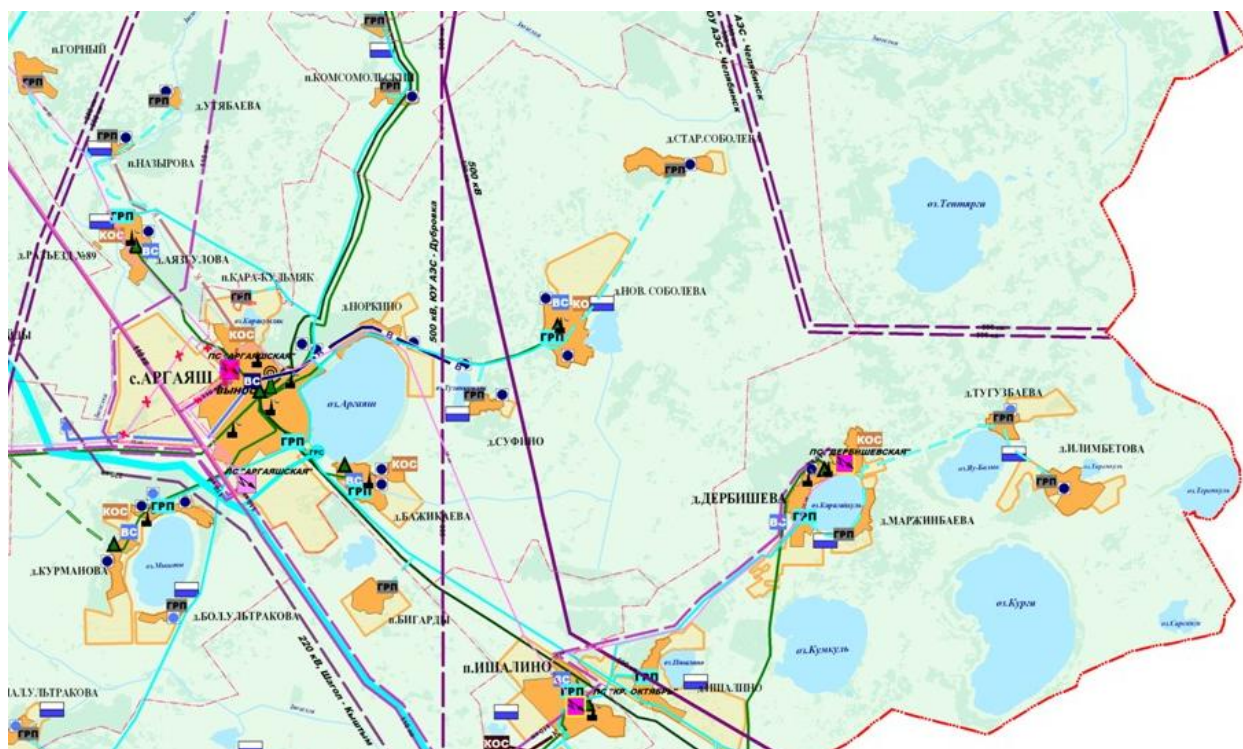


Рисунок 1.1 - Расположение поселка "Европа"

Озеро расположено в холмистой лесостепной местности с берёзовыми рощами. Озерная котловина образовалась в тектонической впадине, подвергшейся эрозионным процессам.

Площадь озера составляет 5,9 км², длина — около 2 километров, ширина — около 3 километров. Максимальная глубина — 8 метров, средняя по озеру — 6 метров. Вода солоноватая, общая минерализация 1800 мг/л.

Дно озера в основном песчаное, местами илистое, нарастание глубины равномерное. Вдоль берега расположены берёзовые рощи. Берега озера Кум-Куль заросли камышом и тростником, но есть много провалов с песчаными берегами. Летом озеро прогревается раньше, чем большинство озер на Урале. В озере четко выделяются 3 мыса, образующие небольшие заливы - два мыса каменистые, находятся на севере, они делят озеро на заливы. Южный и северный берега озера обрывистые и крутые, восточный берег пологий.

Использование поверхностного источника, озера Кум-Куль, в качестве источника водоснабжения не является возможным, так как озеро непроточное. Местами озеро заилено, зарастание составляет около 20%. Почти вся площадь берега активно застраивается.

В качестве источника водоснабжения поселка Европа используются скважины. Вода в скважинах имеет повышенные показатели по содержанию железа (2,5мг/л)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

и общей жесткости (8,7 мг-экв/л). Для использования воды в хозяйственно-питьевом водоснабжении и для технологических нужд, нужно снизить содержание железа до 0,3 мг/л и жесткость до 7 мг-экв/л. Для водоподготовки котлов следует предусмотреть дополнительный узел умягчения.

Выводы по разделу один

Объектом проектирования является поселок "Европа", где существует несколько групп водопотребителей: потребление на хозяйственно-питьевые нужды населения и полив тротуаров и зеленых насаждений, на технологические нужды котельной и автомойки, на подпитку бассейна под открытым небом. Требования потребителей к воде различны.

2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ВОДОПОДГОТОВКИ

2.1. Виды примесей, присутствующих в подземных источниках

К подземным источникам относят: подрусовые, грунтовые, межпластовые, артезианские, карстовые, шахтные воды.

Состав подземных вод определяется условиями их образования и залегания.

Подземные во характеризуются обычно постоянством состава и температуры, значительной минерализацией, отсутствием минеральных взвесей, низким содержанием органических веществ, высокой санитарной надежностью. Недостатками вод подземных источников является высокое содержание железа и марганца, наличие газов (метан, углекислый газ, аммиак, сероводород), повышенная жесткость. [3]

Подземные воды подразделяют [3]:

- по степени минерализации: пресные - до 1г/л; солоноватые - 101 г/л; засоленные - 3-10 г/л; соленые - 10-15 г/л.
- по величине рН; щелочные - 11-14; слабощелочные - 8-10; нейтральные - 7; слабокислые - 4-6; кислые - 1-3.
- по общей жесткости (мг-экв/л): очень мягкие до 1,5; мягкие - 1,5-3; умеренно жесткие - 3-6; жесткие - 6-9; очень жесткие - свыше 9.

Подземные воды разнообразны по химическому составу. Степень их минерализации зависит от условий залегания водоносного горизонта и колеблется от 100-200 мг/л до нескольких граммов на литр.

Из растворенных в природных водах газов существенное влияние на их свойства оказывают: оксид углерода, кислород, сероводород, метан, азот.

Кислород, оксид углерода, сероводород при определенных условиях коррозионные свойства по отношению к металлам и бетону.

Содержание CO_2 в подземных неминерализованных водах может достигнуть 90 мг/л.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Сероводород встречается в основном в подземных водах, образуясь в результате процессов восстановления и разложения некоторых минеральных солей (гипса, серного колчедана и др.). Наличие в воде сероводорода придает ей неприятный запах, ощущаемый уже при концентрации 0,5 мг/л интенсифицирует процесс коррозии трубопроводов и вызывает их зарастание вследствие развития серобактерий.

В подземных водах соединения железа и марганца присутствуют в виде гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов. Содержание железа часто превышает 15-20 мг/л, концентрация марганца колеблется в пределах 0,5-3 мг/л. Железо и марганец придают воде неприятную красновато-коричневую или черную окраску, ухудшают ее вкус, вызывают развитие железобактерий, отложение осадка в трубопроводах, их засорение.

Железо, являясь микроэлементом, оказывает большое влияние на работу многих систем и органов, организма в целом. Оно является одним из компонентов гемоглобина, принимает участие в процессе кроветворения, внутриклеточного обмена и регулирования окислительно-восстановительных процессов, поддерживает работу щитовидной железы, иммунитет и способствует нормальной работе мозга. Употребление воды с повышенным содержанием железа в качестве исключения почти не сказывается на здоровье, но систематическое использование такой воды для питьевых целей и приготовления пищи может значительно повлиять на здоровье.

Избыток железа в организме может оказывать негативное действие на самочувствие человека. Организм, перенасыщенный железом, теряет запас других важных микроэлементов, таких как кальций, цинк, медь. Это может привести к ряду недугов. Появляются неприятные ощущения на коже, изменения морфологического состава крови, нарушение сердечного ритма, также наблюдается слабость, бледность, потеря веса, сложность в сосредоточении внимания, ухудшение памяти. Если человек употребляет воду с повышенным содержанием железа в течении нескольких лет, элемент начинает оседать в почках, печени, легких, сердце. Поэтому концентрацию железа необходимо снижать до 0,3 мг/л. [

2.2 Методы подготовки воды для различных водопотребителей

2.2.1 Методы обезжелезивания воды

Главные источники соединений железа в природной воде - процессы химического выветривания и растворения горных пород. Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами, образуя сложный комплекс соединений. Эти соединения находятся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Также железо поступает в воду с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. В питьевой воде содержание железа может обуславливаться использованием на станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, коррозией водопроводных труб.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Железо существует в природе в различных формах, а также в виде различных сложных соединений:

- Элементарное железо (Fe^0).
- Двухвалентное железо (Fe^{+2}).
- Трехвалентное железо (Fe^{+3}).
- Органическое железо. Различают следующие виды органического железа: бактериальное, коллоидное, растворимое.

Основные отличительные признаки данных форм железа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Формы и сложные соединения железа

Форма железа	Вода из под крана	Вода после отстаивания
Двухвалентное железо (Fe^{+2})	Прозрачная	Красно-бурый осадок
Трехвалентное железо (Fe^{+3})	Окрашенная	Красно-бурый осадок
Органическое коллоидное	Желто-бурая	Не образует осадка, не фильтруется
Органическое растворенное		
Органическое бактериальное	Опалесцирующая пленка, желеобразные образования в водопроводной системе.	

Самыми распространенными формами железа, которые содержатся в воде, являются двухвалентное железо (Fe^{+2}) и трехвалентное железо (Fe^{+3}).

Все традиционные методы обезжелезивания можно разделить на две группы: реагентные и безреагентные.

Безреагентные методы обычно применяются для обезжелезивания подземных вод, при показателях исходной воды: рН не менее 6,7; щелочность не менее 1 мг-экв/л; перманганатная окисляемость - не более 7 мг O_2 /л.

Химизм процесса:



Упрощенная аэрация с последующим фильтрованием применяется при концентрации Fe^{+2} в исходной воде 5-10 мг/л. Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.1.

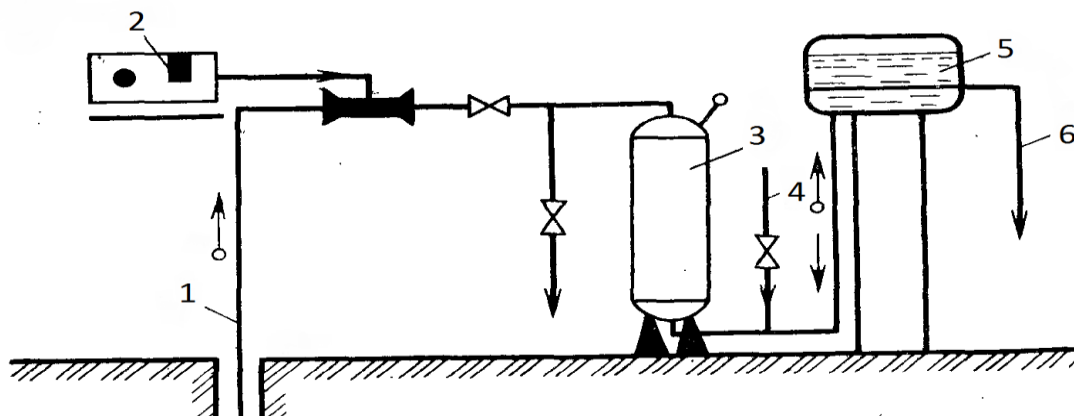


Рисунок 2.1 - Технологическая схема установки обезжелезивания воды: упрощенная аэрация с одноступенчатым фильтрованием: 1-подача исходной воды; 2-воздуходувка; 3-скорый фильтр; 4-установка для обеззараживания; 5-водонапорный бак; 6-отвод обезжелезенной воды.

Данный метод основан на способности воды, содержащей двухвалентное железо и растворенный кислород, при фильтровании через зернистый слой выделять железо на поверхности зерен, образуя каталитическую пленку из ионов и оксидов двух- и трехвалентного железа. Эта пленка активно интенсифицирует процесс окисления и выделения железа из воды. Применим как в напорном, так и в безнапорном варианте в зависимости от производительности установки.

Глубокая аэрация с использованием вакуумно-эжекционных аппаратов с последующим фильтрованием применяется при концентрации Fe^{+2} в исходной воде 10-20 мг/л. Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.2.

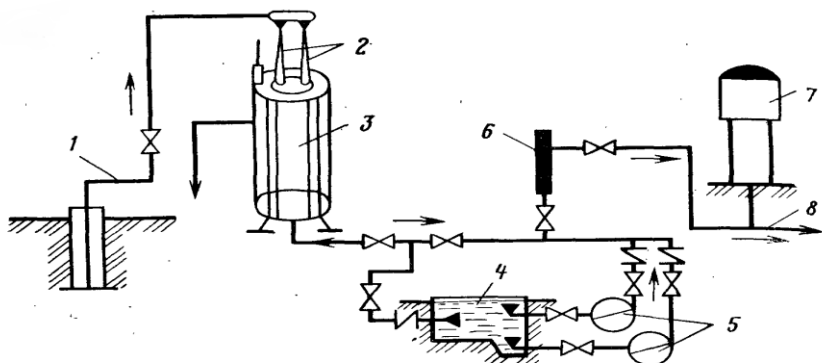


Рисунок 2.2 - Технологическая схема установки обезжелезивания воды: вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование: 1-подача исходной воды; 2-вакуумно-эжекционный аппарат; 3-каркасно-засыпной фильтр; 4-резервуар промывной воды; 5-повысительный насос; 6-установка для фторирования воды; 7-водонапорный бак; 8-отвод обезжелезенной воды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Сущность метода заключается в окислении кислородом воздуха железа (II) в окисное с образованием коллоида гидроксида железа. При контакте воды, содержащей железо (II), с воздухом окислительный потенциал системы повышается, и если при этом создать условия для удаления части растворенной углекислоты, то рН системы возрастет до значения, обеспечивающего при данном окислительном потенциале выпадение в осадок гидроксида железа (III).

Обезжелезивание в водоносном пласте применяется при концентрации Fe^{+2} в исходной воде до 5 мг/л. Схема очистки представлена на рисунке 2.3.

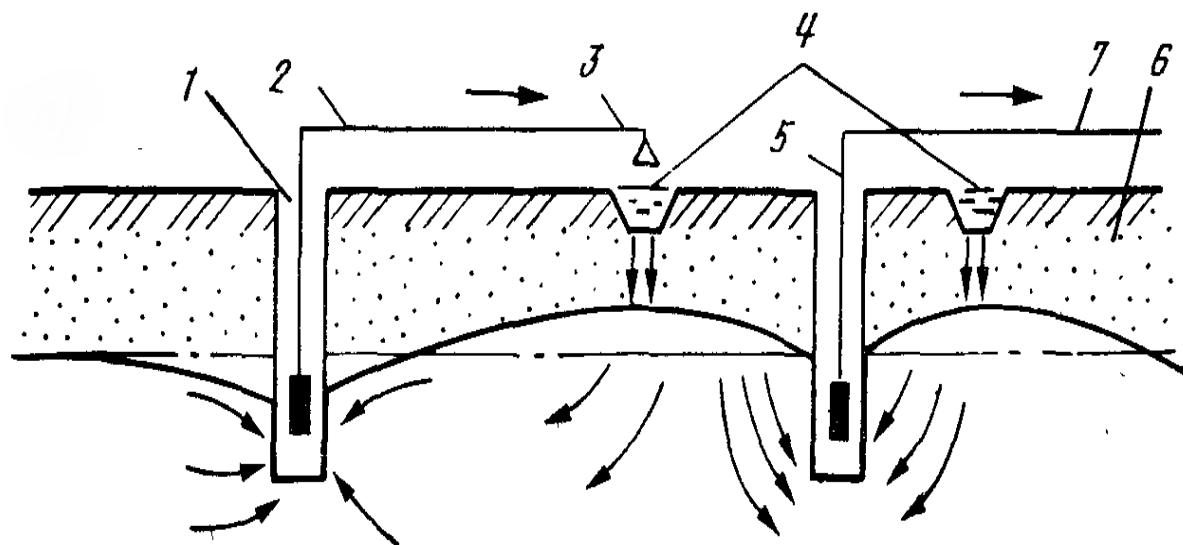


Рисунок 2.3 - Схема очистки подземных вод в пласте: 1-вспомогательная скважина; 2-трубопровод; 3-устройство для аэрации; 4-кольцевой инфильтрационный бассейн; 5-эксплуатационная скважина; 6-зона аэрации; 7-отвод воды потребителю.

Метод **сухой фильтрации** применяется при концентрации Fe^{+2} в исходной воде до 5 мг/л.

Сущность метода заключается в фильтровании воздушно-водяной эмульсии через "сухую" зернистую фильтрующую загрузку путем образования в ней вакуума или нагнетания больших количеств воздуха с последующим отсосом из поддонного пространства. При этом на поверхности фильтрующей загрузки образуется адсорбционно-каталитическая пленка из соединений железа (и марганца, если он присутствует в воде), повышающая эффективность процессов обезжелезивания. В качестве загрузки обычно используют песок, керамзит, антрацит, винипласт и др.

Особенность процесса - образование дегидратированной пленки на зернах загрузки, состоящей из магнетита, сидерита, гетита и гематита. Указанные соединения имеют плотную структуру, а объем их в 4–5 раз меньше, чем у гидроксида

железа. Поэтому невысок темп прироста потерь напора в загрузке при такой схеме процесса.

Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.4.

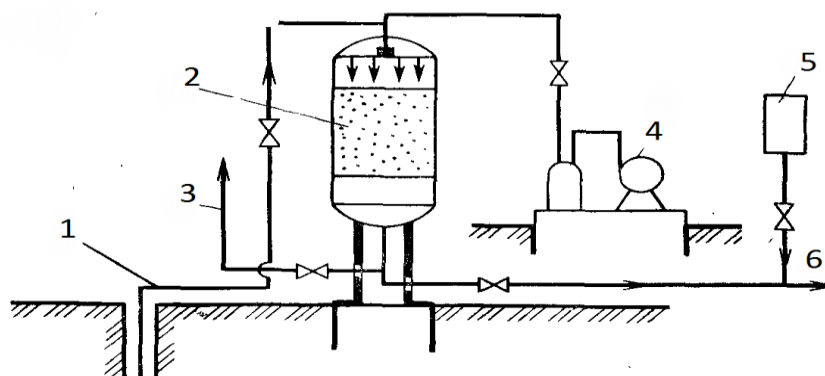


Рисунок 2.4 - Технологическая схема установок обезжелезивания воды: сухая фильтрация: 1-подача исходной воды; 2-скорый фильтр с "сухой загрузкой"; 3-сброс воздуха; 4-воздуходувка; 5-установка для обеззараживания; 6-отвод обезжелезенной воды.

Упрощенная аэрация с двухступенчатым фильтрованием применяется при концентрации Fe^{+2} в исходной воде 10-20 мг/л. Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.5.

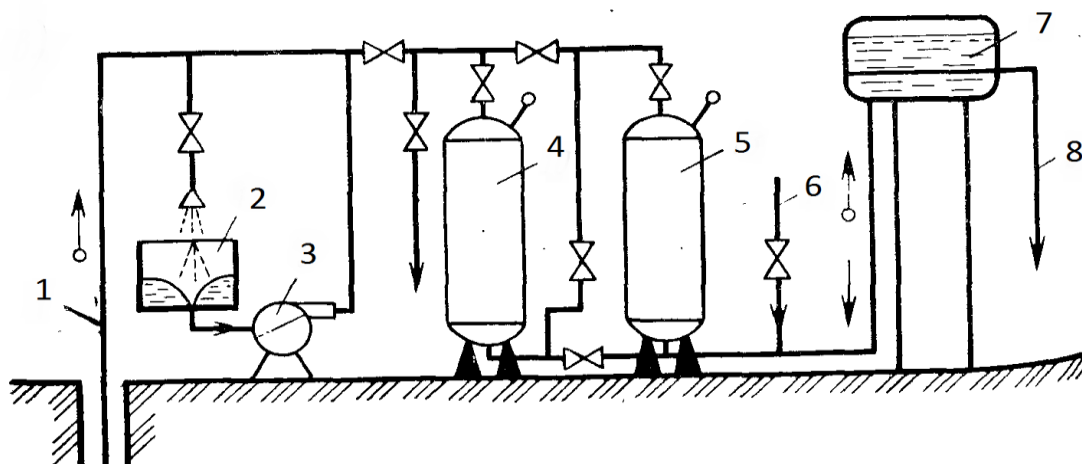


Рисунок 2.5 - Технологическая схема установок обезжелезивания воды: упрощенная аэрация с двухступенчатым фильтрованием: 1-подвод исходной воды; 2-аэрационное устройство; 3-повысительный насос; 4-скорый фильтр; 5-осветлительный фильтр II ступени; 6-установка для обеззараживания; 7-водонапорный бак; 8-отвод обезжелезенной воды.

Этот метод предпочтительно применяют в напорном варианте.

Глубокая аэрация с использованием вакуумно-эжекционных аппаратов с последующим отстаиванием в тонком слое воды или обработкой в слое взвешенного осадка и фильтрование применяется при pH 6,4; содержании HS до 5 мг/л; концентрации Fe^{+2} в исходной воде 20-40 мг/л. Технологическая схема представлена на рисунке 2.6.

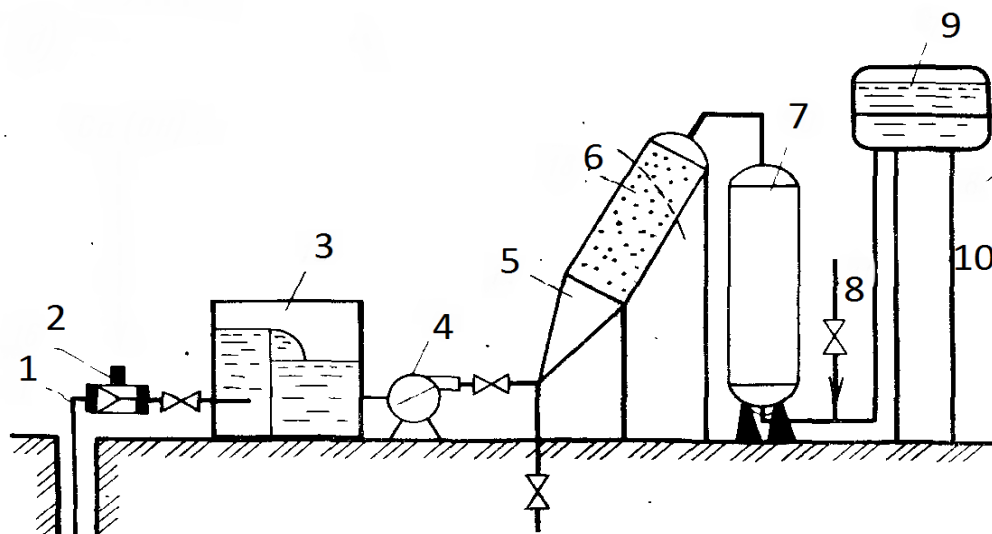


Рисунок 2.6 - Технологическая схема установки обезжелезивания воды: глубокая аэрация с использованием вакуумно-эжекционных аппаратов с последующим отстаиванием в тонком слое воды и фильтрование: 1-подача исходной воды; 2-смеситель; 3-аэрационное устройство; 4-повысительный насос; 5-вихревая камера хлопьеобразования; 6-тонкослойный отстойник; 7-скорый фильтр; 8-водонапорный бак; 10-отвод обезжелезенной воды.

Реагентные методы обезжелезивания обычно применяются для обезжелезивания поверхностных вод, при низких значениях pH, высокой окисляемости, неустойчивости воды.

Фильтрование через модифицированную загрузку рекомендуется при содержании сернокислого или карбонатного железа либо комплексных соединений железоорганических соединений до 10 мг/л и перманганатной окисляемости до 15 мг/л.

Метод основан на увеличении сил адгезии путем воздействия на молекулярную структуру поверхности зерен фильтрующей загрузки. Для увеличения сил адгезии необходимо на поверхности зерен фильтрующей загрузки образовать пленку из соединений, имеющих более высокое значение константы Ван-дер-Ваальса. При этом силы адгезии соприкасающихся частиц тем больше, чем больше молекулярные массы.

Химизм процессов:

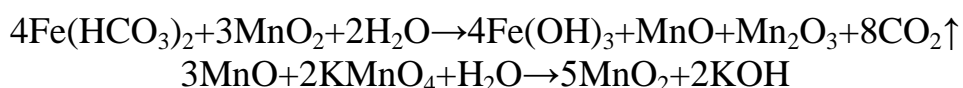


Схема фильтра с модифицированной загрузкой представлена на рисунке 2.7.

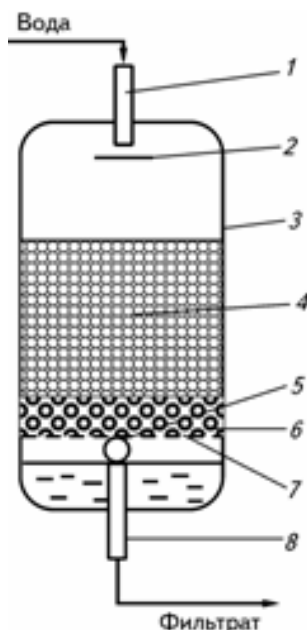


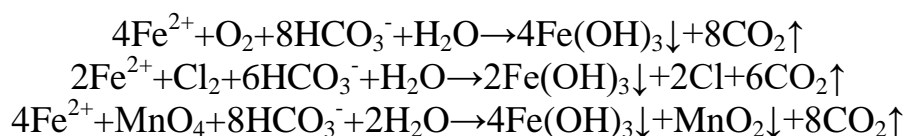
Рисунок 2.7 - Фильтр с модифицированной загрузкой: 1,8 - патрубок; 2 - распределитель жидкости; 3 - корпус; 4 - загрузка; 5 - центральный коллектор; 6 - гравий; 7 - перфорированные лучи

Упрощенная аэрация, обработка сильным окислителем и фильтрование через зернистую загрузку большой грязеемкости рекомендуется при содержании сернокислого или карбонатного железа либо комплексных соединений железозоорганических соединений до 15 мг/л и перманганатной окисляемости до 15 мг/л.

Метод заключается в удалении избытка углекислоты и обогащении воды кислородом при аэрации, что способствует повышению рН и первичному окислению железозоорганических соединений. Окончательное разрушение комплексных соединений железа (II) и частичное его окисление достигаются путем введения в обрабатываемую воду окислителя (хлора, озона, перманганата калия). Соединения закисного и окисного железа удаляются из воды при фильтровании ее через зернистую загрузку.

Окислитель вводится в водяную подушку через специальную распределительную трубчатую систему; при этом требуется обеспечить необходимое время контакте окислителя с обрабатываемой водой. В качестве фильтровального аппарата рекомендуются контактные фильтры КФ-5 с повышенной грязеемкостью. Скорость фильтрования 7 м/ч, промывка водяная.

Химизм процессов:



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Метод **флотации с предварительным известкованием и последующим фильтрованием** основан на действии молекулярных сил, способствующих слипанию отдельных частиц гидроксида железа с пузырьками тонкодиспергированного в воде воздуха, и всплывании образующихся при этом агрегатов на поверхность воды. Этот метод резко сокращает продолжительность процесса (в 3...4 раза) по сравнению с осаждением или обработкой в слое взвешенного осадка. Принципиальная схема флотационной машины показана на рисунке 2.8.

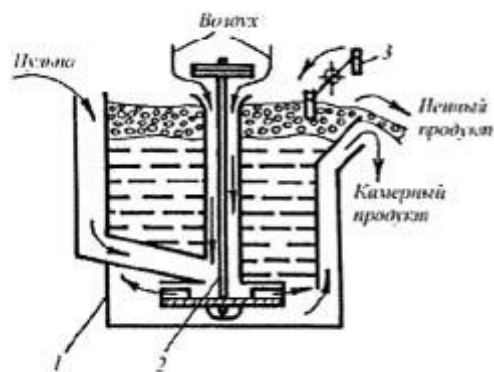
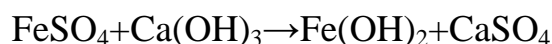


Рисунок 2.8 - Принципиальная схема флотационной машины: 1 - корпус; 2 - блок перемешивания и аэрации; 3 - пеногон

Химизм процесса описывается реакцией:



Данный метод рекомендуется при содержании сернокислого или карбонатного железа либо комплексных соединений железоорганических соединений свыше 10 мг/л и перманганатной окисляемости более 15 мг/л.

Аэрация, известкование, отстаивание в тонком слое и фильтрование используется при таких же показателях качества воды как и флотация с предварительным известкованием и последующим фильтрованием. Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.9.

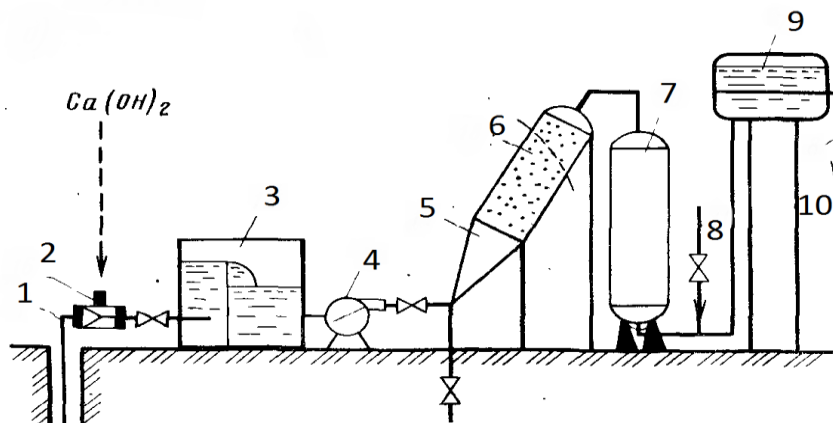


Рисунок 2.9 - Технологическая схема установки обезжелезивания воды: известкование: 1-подача исходной воды; 2-смеситель; 3-аэрационное устройство; 4-

повысительный насос; 5-вихревая камера хлопьеобразования; 6-тонкослойный отстойник; 7-скорый фильтр; 8-водонапорный бак; 10-отвод обезжелезенной воды

Электрокоагуляция с барботированием, отстаиванием в тонком слое и фильтрование рекомендуется при содержании сернокислого или карбонатного железа либо комплексных соединений железоорганических соединений свыше 10 мг/л и перманганатной окисляемости до 15 мг/л и при производительности установок до 200 м³/сут. Схема электрокоагулятора, совмещенного с тонкослойным отстойником приведена на рисунке 2.10.

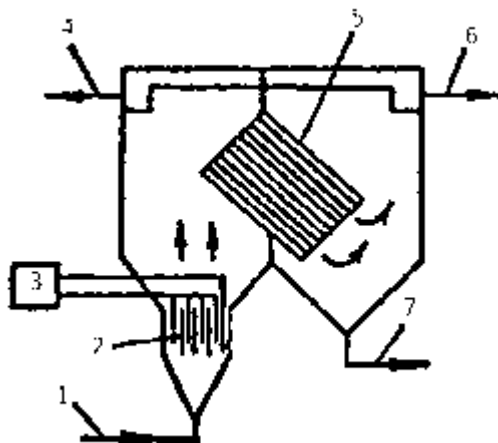


Рисунок 2.10 - Схема электрокоагулятора, совмещенного с тонкослойным отстойником: 1 – ввод исходной сточной воды; 2 – электродный блок; 3 – выпрямитель; 4 – отвод нефтепродуктов; 5 – тонкослойный блок; 6 – отвод очищенной воды; 7 – отвод осадка

Катионирование с одновременным умягчением допускается применять при необходимости одновременного удаления солей железа и солей, обуславливающих жесткость, и когда в обрабатываемой воде отсутствует кислород. Подробно данный процесс рассмотрен в главе 2.2.2.

2.2.2 Методы умягчения воды

Жесткость воды определяется наличием в ней солей кальция и магния в растворенном виде. Бывает карбонатная (временная) и некарбонатная (постоянная). Карбонатная жесткость обуславливается присутствием в воде карбонатов и гидрокарбонатов кальция и магния, некарбонатная - хлоридов и сульфатов.

Жесткая вода ухудшает работу бытовых приборов, быстро выводит их из строя, образует накипь при кипячении. Также вода с повышенной жесткостью оказывает негативное влияние на организм человека.

При длительном употреблении воды с повышенной жесткостью во внутренних органах откладываются соли, появляются камни, ухудшается работа кишечника и

желудка. Такая вода доставляет бытовые неудобства, быстро выводит из строя бытовые приборы. Вследствие этого, жесткость необходимо снижать до показателя 7 мг/л.

К воде, используемой для питания котлов, предъявляются иные требования, чем к воде хозяйственно-питьевого назначения: жесткость общая 0,03-0,5 мг-экв/л; содержание железа <0,2 мг/л. Вода не должна давать отложений шлама и накипи, разъедать стенки котла и вспомогательные поверхности нагрева, а также вспениваться. Поэтому после приготовления воды для хозяйственно-питьевых нужд ее нужно дополнительно умягчать, и только потом подавать в котельную.

Классификация методов умягчения воды[]:

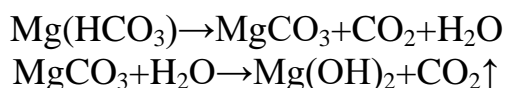
- термический
- реагентные
- ионообменный
- электродиализ
- комбинированный

Термический метод целесообразно применять при использовании карбонатных вод, идущих на питание котлов низкого давления, а также в сочетании с реагентными методами умягчения. При кипячении воды снижается временная жесткость. Углекислотное равновесие при нагревании воды смещается в сторону образования карбоната кальция. Химизм процесса описывается реакцией:



Равновесие смещается за счет понижения растворимости оксида углерода (IV), вызываемого повышением температуры и давления. Кипячением можно полностью удалить оксид углерода (IV) и тем самым значительно снизить карбонатную кальциевую жесткость.

При наличии в воде гидрокарбоната магния процесс его осаждения происходит следующим образом:



Традиционно для термического метода умягчения воды используется термоумягчитель конструкции Копьева, который отличается относительной простотой устройства и надежностью работы. Предварительно подогретая в аппарате обрабатываемая вода поступает через эжектор на розетку пленочного подогревателя и разбрызгивается над вертикально размещенными трубами, и по ним стекает вниз навстречу горячему пару.

Затем совместно с продувочной водой от котлов она по центрально-подающей трубе через дырчатое днище поступает в осветлитель со взвешенным осадком. Выделяющиеся при этом из воды углекислота и кислород вместе с избытком пара

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

сбрасываются в атмосферу. Образующиеся в процессе нагревания воды соли кальция и магния задерживаются во взвешенном слое. Пройдя через взвешенный слой, умягченная вода поступает в сборник и отводится за пределы аппарата.

Время пребывания воды в термоумягчителе составляет 30...45 мин, скорость ее восходящего движения во взвешенном слое 7...10 м/ч, а в отверстиях ложного дна 0,1...0,25 м/с.

На рисунке 2.11 представлен термоумягчитель конструкции Копьева.

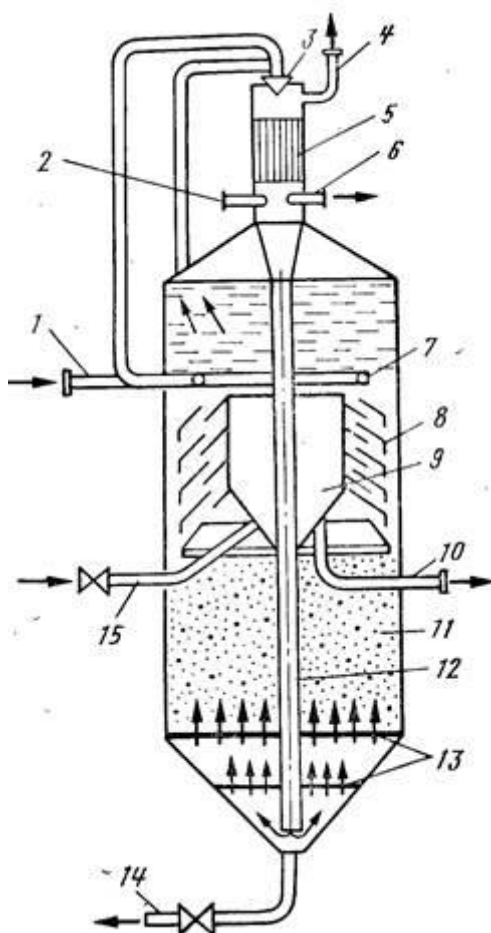
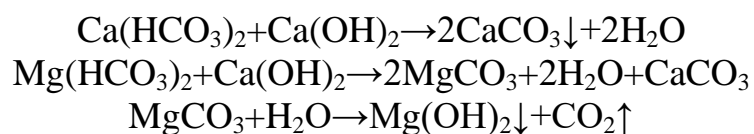


Рисунок 2.11 - Термоумягчитель конструкции Копьева: 1- подача исходной воды; 2- продувка котлов; 3- эжектор; 4- выпар; 5- пленочный подогреватель; 6- сброс пара; 7- кольцевой перфорированный трубопровод отвода воды к эжектору; 8- наклонные сепарирующие перегородки; 9- сборник умягченной воды; 10- отвод умягченной воды; 11- взвешенный слой; 12- центральная подающая труба; 13- ложные перфорированные днища; 14- сброс шлама; 15- сброс дренажной воды.

Действие **реагентных** методов основано на обработке воды реагентами, образующими с кальцием и магнием малорастворимые соединения с последующим их отделением в осветлителях, отстойниках и осветлительных фильтрах.

Известкование применяют при высокой карбонатной и низкой некарбонатной жесткости и в случае, когда не требуется удалять из воды соли некарбонатной же-

сткости. В качестве реагента используют известь, которую вводят в виде раствора или суспензии (известкового молока) в предварительно подогретую обрабатываемую воду. Гидроксид магния выпадает в осадок при избытке извести. Химизм процессов:



Для ускорения удаления дисперсных и коллоидных примесей и снижения щелочности воды одновременно с известкованием применяют коагуляцию сульфатом железа (II). Остаточная жесткость умягченной воды может быть получена на 0,4...0,8 мг-экв/л больше некарбонатной жесткости, щелочность 0,8...1,2 мг-экв/л. Доза извести $D_{\text{и}}$ определяется соотношением концентрации в воде ионов кальция и карбонатной жесткости:

а) при соотношении $[\text{Ca}^{2+}]/20 < J_{\text{к}}$,

$$D_{\text{и}} = 28 \left(\frac{[\text{CO}_2]}{22} + 2J_{\text{к}} - \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{20} + \frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} + 0,5 \right),$$

б) при соотношении $[\text{Ca}^{2+}]/20 > J_{\text{к}}$,

$$D_{\text{и}} = 28 \left(\frac{[\text{CO}_2]}{22} + J_{\text{к}} - \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{20} + \frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} + 0,3 \right),$$

где $[\text{CO}_2]$ - концентрация в воде свободного оксида углерода (IV), мг/л;

$[\text{Ca}^{2+}]$ - концентрация ионов кальция, мг/л;

$J_{\text{к}}$ - карбонатная жесткость воды, мг-экв/л;

$D_{\text{к}}$ - доза коагулянта, мг/л;

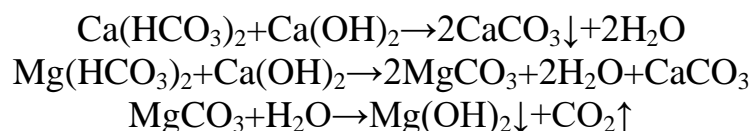
$e_{\text{к}}$ - эквивалентная масса активного вещества коагулянта, мг/мг-экв;

0,5 и 0,3 - избыток извести для обеспечения большей полноты реакции, мг-экв/л.

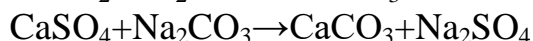
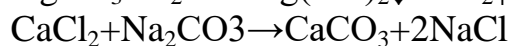
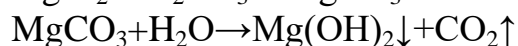
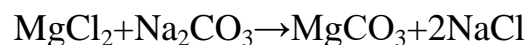
Выражение $D_{\text{к}}/e_{\text{к}}$ берут со знаком минус, если коагулянт вводится раньше извести, и со знаком плюс, если совместно или после.

Известково-содовый метод позволяет довести остаточную жесткость до 0,5...1 мг-экв/л, а щелочность с 7 до 0,8...1,2 мг-экв/л. Химизм процесса описывается следующими основными реакциями:

I ступень:



II ступень:



Дозы извести $D_{\text{и}}$ и соды $D_{\text{с}}$ (в пересчете на Na_2CO_3), мг/л, определяют по формулам:

$$D_{\text{и}} = 28 \left(\frac{[\text{CO}_2]}{22} + \text{Ж}_{\text{к}} - \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{12} + \frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} + 0,5 \right),$$

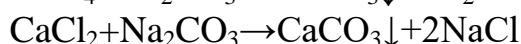
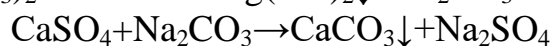
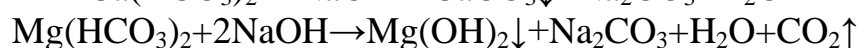
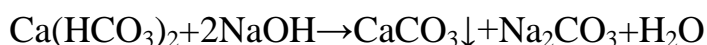
$$D_{\text{с}} = 53 \left(\text{Ж}_{\text{нк}} + \frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} + 1 \right),$$

где $[\text{Mg}^{2+}]$ - содержание в воде магния, мг/л;

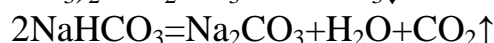
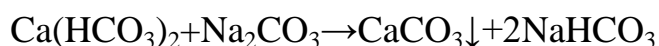
$\text{Ж}_{\text{нк}}$ - некарбонатная жесткость, мг-экв/л.

При известково-содовом методе не рекомендуется применять большие избытки извести, но в данном случае они не вызывают увеличения остаточной жесткости, так как снимаются содой. Однако избыток извести приводит к нерациональному перерасходованию соды, повышению стоимости умягчения воды.

При содово-натриевом методе вода обрабатывается содой и гидроксидом натрия. Данный способ обычно применяют, когда карбонатная жесткость немного больше некарбонатной. Если карбонатная и некарбонатная жесткости приблизительно равны, соду можно не добавлять, так как необходимое ее количество для умягчения образуется в результате взаимодействия гидрокарбонатов с едким натром. Доза кальцинированной соды увеличивается по мере повышения некарбонатной жесткости. Химизм процессов:



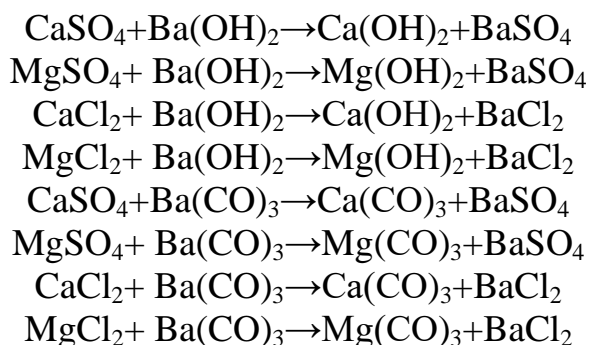
Содо-регенеративный метод основан на возобновлении соды в процессе умягчения. Применяется при подготовке воды для питания паровых котлов низкого давления. Химизм процесса:



Образующаяся при этом сода вместе с избыточной, введенной в водоумягчитель, гидролизует с образованием гидроксида натрия и оксида углерода (IV), который с продувочной водой поступает в водоумягчитель, где используется для удаления из воды гидрокарбонатов кальция и магния. Недостатком метода явля-

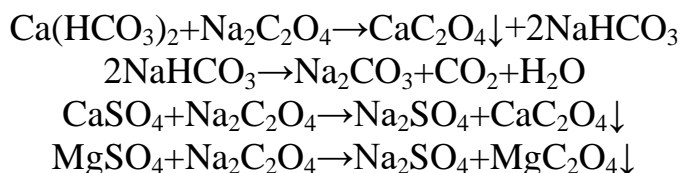
ется образование значительного количества CO_2 , что вызывает коррозию металла и повышение сухого остатка в котловой воде.

Бариевый метод используется в сочетании с другими методами. Вначале вводят барийсодержащие реагенты ($\text{Ba}(\text{OH})_2$, BaCO_3 , BaAl_2O_4) для устранения сульфатной жесткости, затем после осветления воды ее обрабатывают известью и содой для доумягчения. Химизм процесса описывается реакциями:



Из-за высокой стоимости реагентов бариевый метод применяют очень редко. Для подготовки питьевой воды из-за токсичности бариевых реагентов он непригоден.

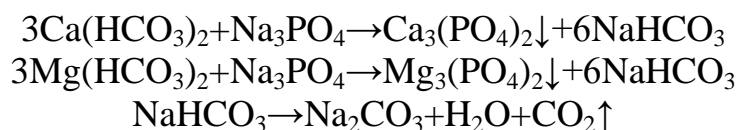
Оксалатный метод основан на применении оксалата натрия и на малой растворимости в воде образующегося оксалата кальция (6,8 мг/л при 18° С). Метод отличается простотой технологического и аппаратного оформления, однако, из-за высокой стоимости реагента его применяют для умягчения небольших количеств воды. Химизм процесса описывается реакциями:



Фосфатирование применяется для доумягчения воды. Фосфатным доумягчением возможно снизить остаточную жесткость (около 2 мг-экв/л) до 0,02-0,03 мг-экв/л. Такая глубокая доочистка позволяет не использовать катионитовое водоумягчение.

Фосфатирование также стабилизирует воду, снижение ее коррозионное действие на металлические трубопроводы и предупреждает отложения карбонатов на внутренней поверхности стенок труб.

Химизм процессов описывается реакциями:



					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

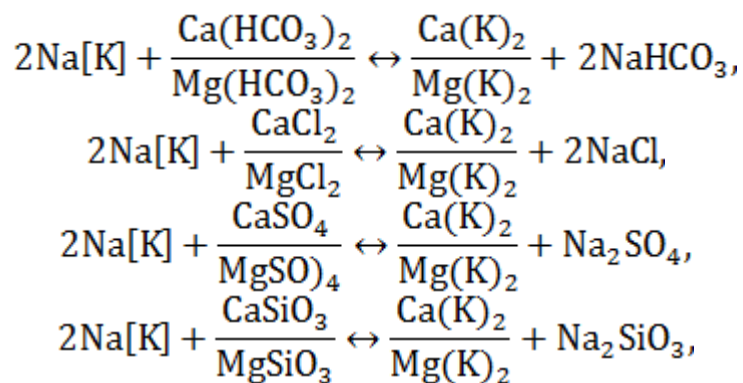
Сущность метода заключается в образовании кальциевых и магниевых солей фосфорной кислоты, которые малорастворимы в воде и достаточно полно выпадают в осадок.

Фосфатное умягчение обычно осуществляют при подогреве воды до 105-150° С, достигая ее умягчения до 0,02-0,03 мг-экв/л. Из-за высокой стоимости тринатрийфосфата фосфатный метод обычно используется для доумягчения воды, предварительно умягченной известью и содой.

Образующиеся при фосфатном умягчении осадки $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ хорошо адсорбируют из умягченной воды органические коллоиды и кремниевую кислоту, что позволяет выявить целесообразность применения этого метода для подготовки питательной воды для котлов среднего и высокого давления.

Ионообменный метод умягчения воды основан на способности ионообменных материалов или ионитов поглощать из воды положительные или отрицательные ионы в обмен на эквивалентное количество ионов ионита. Метод, когда происходит обмен катионов, называется катионированием.

Натрий-катионитовый метод применяют для умягчения воды с содержанием взвешенных веществ не более 8 мг/л и цветностью не более 30 град. Жесткость воды снижается при одноступенчатом натрий-катионировании до 0,05...0,1 мг-экв/л, при двухступенчатом - до 0,01 мг-экв/л. Na-катионирование описывается следующими реакциями обмена:



где [K] - нерастворимая матрица полимера.

После истощения рабочей обменной емкости катионита он теряет способность умягчать воду и его необходимо регенерировать.

Регенерация Na-катионита достигается фильтрованием через него со скоростью 3-4 м/ч хлористого натрия концентрацией 5-8%. Процесс регенерации описывается следующей реакцией:

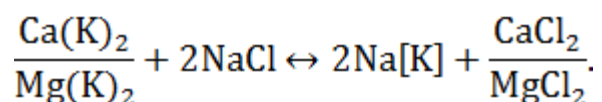


Схема одноступенчатого натрий-катионирования воды представлена на рисунке 2.12.

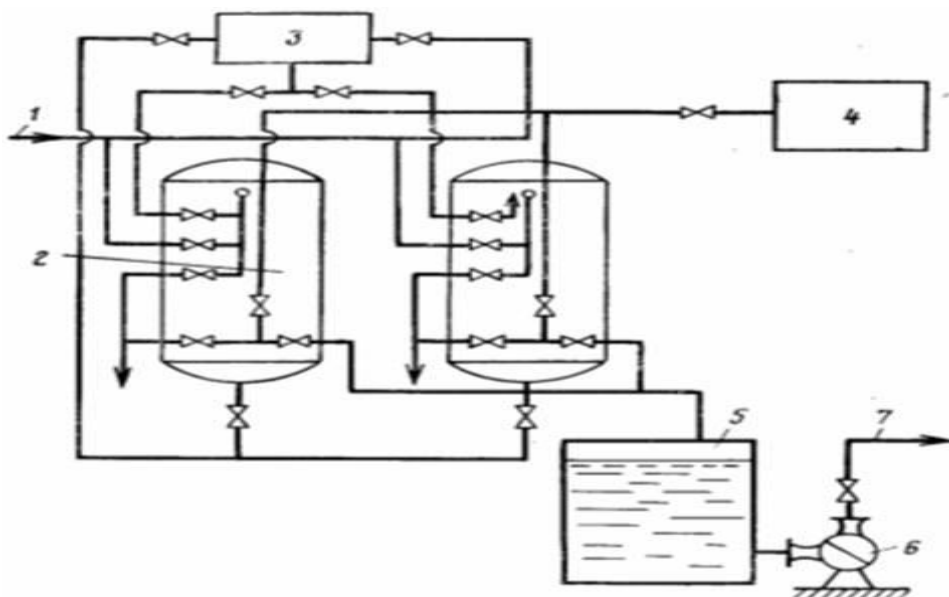
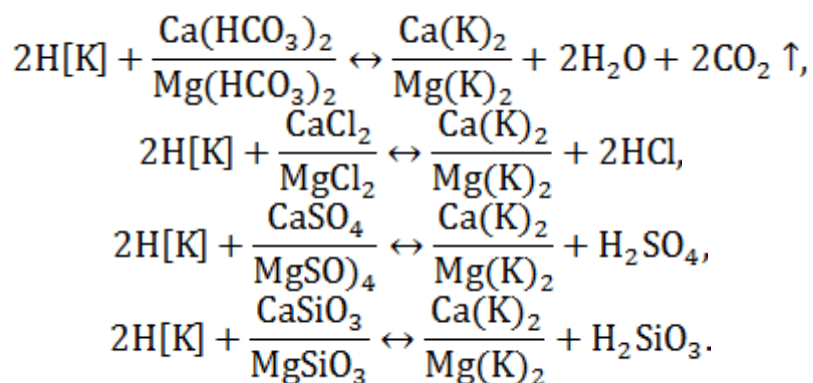


Рисунок 2.12 - Схема одноступенчатого натрий-катионирования воды: 1,7 — подача исходной и отвод умягченной воды; 2 — натрий-катионитовый фильтр; 3 — бак с раствором поваренной соли; 4 — бак с частично умягченной водой для взрыхления катионита; 5 — резервуар умягченной воды; 6 — насос

Обработка воды **водород-катионированием** основана на фильтровании ее через слой катионита, содержащего в качестве обменных ионов катионы водорода. Процесс описывается следующими реакциями:



При Н-катионировании воды значительно снижается рН из-за кислот, образующихся в фильтрате. Выделяющийся оксид углерода (IV) удаляют дегазацией.

Из приведенных реакций видно, что щелочность воды в процессе ионного обмена не изменяется, значит, пропорционально смешивая кислый фильтрат после Н-катионитовых фильтров с щелочным фильтратом после Na-катионитовых фильтров, можно получить умягченную воду с различной щелочностью.

В этом заключается сущность **Н-Na-катионитового метода** умягчения воды. Применяют параллельное, последовательное и смешанное (совместное) Н-Na-катионирование.

При параллельном Н-Na-катионировании часть воды пропускают через Na-катионитовые фильтры, а другая - через Н-катионитовые фильтры, а затем оба потока смешивают. Образующиеся кислые и щелочные воды смешивают в пропорции, когда их остаточная щелочность не превышала 0,4 мг-экв/л. Для получения глубокого и устойчивого умягчения воду после дегазатора пропускают через барьерный натрий-катионитовый фильтр.

Схема параллельного Н-Na-катионирования применяют, когда суммарная концентрация сульфатов и хлоридов в умягчаемой воде не превышает 4 мг-экв/л и содержание натрия не более 2 мг-экв/л. Схема параллельного Н-Na-катионирования воды представлена на рисунке 2.13.

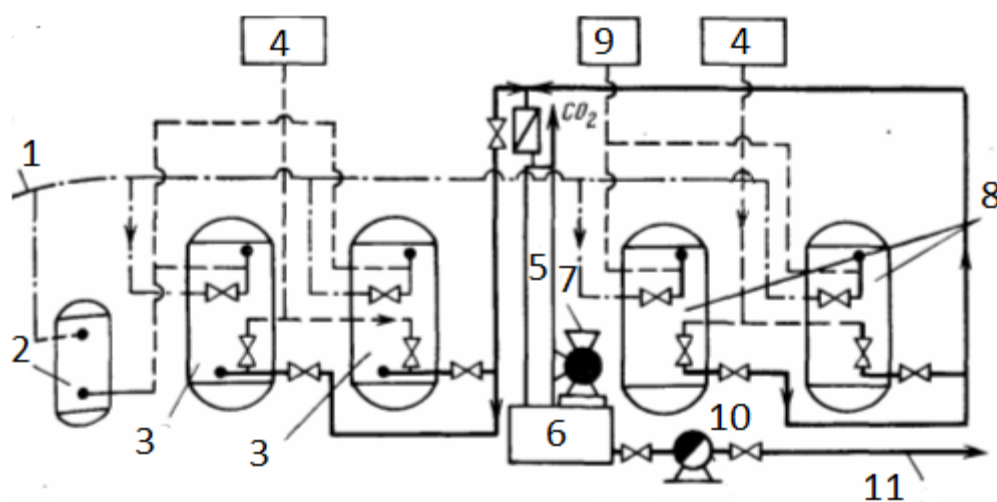


Рисунок 2.13 - Схема параллельного Н-Na-катионирования воды: 1, 11 - подача исходной и отвод умягченной воды; 2 - солерастворитель; 3 - группа натрий-катионитовых фильтров; 4 - бак для взрыхления; 5 - дегазатор; 6 - резервуар умягченной воды; 7 - вентилятор; 8 - группа водород-катионитовых фильтров; 9 - бак для хранения раствора кислоты; 10 - насос

При последовательном Н-Na-катионировании часть воды пропускают через Н-катионитовые фильтры, затем смешивают с остальной водой. Полученную смесь пропускают через дегазатор для удаления оксида углерода (IV), а затем всю воду подают на Na-катионитовые фильтры. Данная схема позволяет более полно использовать обменную емкость Н-катионита и снизить расход кислоты на его регенерацию. Недостатком схемы является большой расход электроэнергии, затрачиваемой на передачу воды через последовательно подключенные фильтры. Схема применяется при умягчении воды с повышенной жесткостью и содержанием солей; остаточная щелочность при этом составляет примерно 0,7 мг-экв/л.

Схема параллельного H-Na-катионирования воды представлена на рисунке 2.14.

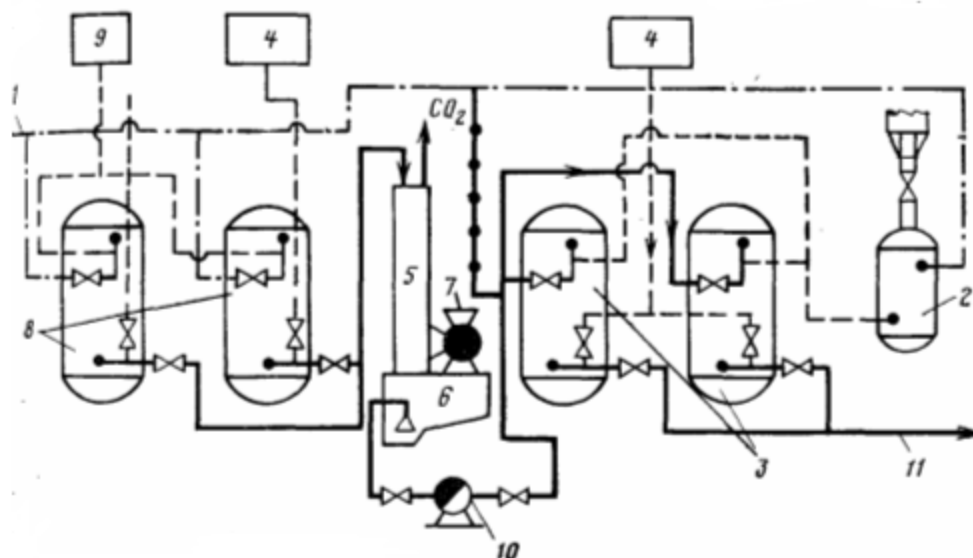


Рисунок 2.14 - Схема последовательного H-Na-катионирования воды: 1, 11 - подача исходной и отвод умягченной воды; 2 - солерастворитель; 3 - группа натрий-катионитовых фильтров; 4 - бак для взрыхления; 5 - дегазатор; 6 - резервуар умягченной воды; 7 - вентилятор; 8 - группа водород-катионитовых фильтров; 9 - бак для хранения раствора кислоты; 10 - насос

Совместное H-Na-катионирование осуществляют в одном фильтре, верхним слоем загрузки которого является H-катионит, а нижним - Na-катионит. Остаточная щелочность воды после совместного H-Na-катионирования составляет 1,5-2,0 мг-экв/л, жесткость 0,1-0,3 мг-экв/л. Жесткость исходной воды должна составлять не более 6 мг-экв/л, содержание натрия до 1,5 мг-экв/л, отношение карбонатной и некарбонатной жесткости должно быть больше единицы. Достоинством этой схемы является отсутствие кислых стоков, недостатком - сложность регенерации. Схема совместного H-Na-катионирования воды представлена на рисунке 2.15.

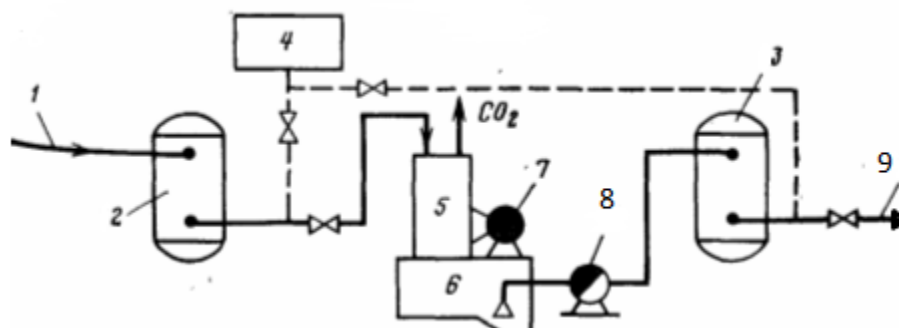


Рисунок 2.15 - Схема совместного H-Na-катионирования воды: 1, 9 - подача исходной и отвод умягченной воды; 2 - H-Na-катионитовый фильтр; 3 - буферный

Na-катионитовый фильтр; 4 - бак для взрыхления; 5 - дегазатор; 6 - резервуар умягченной воды; 7 - вентилятор; 8 - насос

В основе метода умягчения воды с помощью **электродиализа** лежит принцип переноса ионов под действием постоянного электрического тока через специальные ионитные мембраны, из которых катионно-активные пропускают только катионы, анионно-активные — только анионы. В электрическом поле перенос ионов приобретает, таким образом, строго направленный характер.

На рисунке 2.16 приведена принципиальная схема электродиализной установки.

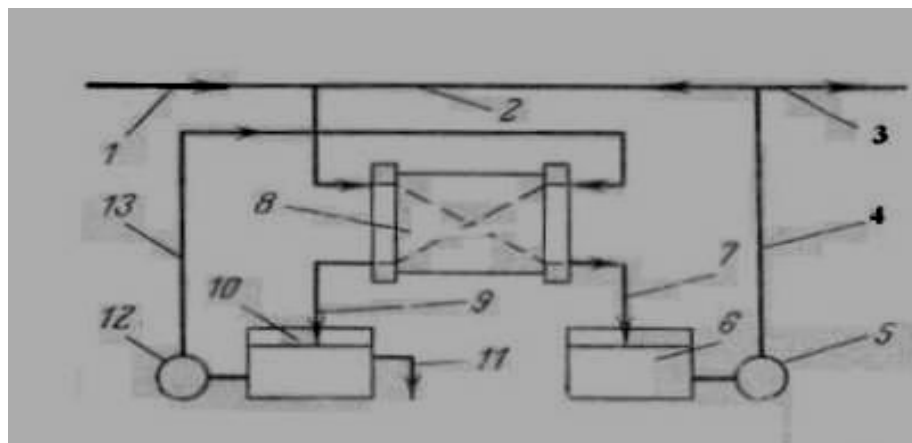


Рисунок 2.16 - Схема циркуляционной электродиализной установки непрерывного действия для умягчения воды: 1 - подача исходной воды; 2 — трубопровод рециркуляционной воды; 3 — отвод частично обессоленной воды; 4 — трубопровод дилюата; 5 — насос для перекачивания дилюата; 6 — бак для дилюата; 7,9 — выход дилюата из электродиализатора; 8 — электродиализатор; 10 — бак для рассола; 11 — отвод рассола; 12 — насос для перекачки рассола; 13 — трубопровод рециркуляционного рассола.

Если при чередующихся мембранах подавать в камеры диализатора очищаемую воду, то под действием наложенного поля ионы будут двигаться к электродам в соответствии со знаком своего заряда, в результате чего вода одних камер будет освобождаться от ионов, а в воде других камер будет происходить концентрирование ионов.

Материалом анодов электродиализных аппаратов является обычно платина, платинированный титан, графит; материалом катодов — нержавеющей сталь, титан, платинированный титан.

Для получения высокой степени очистки воды процесс электродиализа часто сочетают с доочисткой на ионообменных фильтрах смешанного действия.

Специфические недостатки метода очистки воды электродиализом: ограниченные сроки службы мембран, сложность их замены в существующих аппаратах, осаждение твердой фазы карбоната кальция и гидроокиси магния в прикатодном пространстве, невозможность удаления радиоизотопов в коллоидной форме.

2.2.3 Методы обеззараживания воды

Обеззараживание воды является заключительным этапом водоподготовки, целью которого является обеспечить безопасность воды бактериальном отношении.

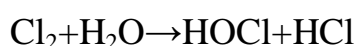
Все методы обеззараживания можно разделить на химические (реагентные) и физические (безреагентные).

Одним из самых широко используемых способов химического обеззараживания является **хлорирование** - единственный метод, защищающий потребителей от патогенных микроорганизмов. Под действием хлора и его производных бактерии, находящиеся в воде, погибают в результате окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток. Так же окисляются и органические вещества.

Для качественного обеззараживания требуется хорошее перемешивание и не менее чем 30-минутный контакт хлора с водой, прежде чем вода поступит к потребителю. Контакт может происходить в резервуаре фильтрованной воды или в трубопроводе подачи воды потребителю.

Хлорирование осуществляется с помощью таких хлорсодержащих реагентов как хлор газ, гипохлорид натрия, диоксид хлора и хлорная известь.

Химизм процесса хлорирования **газообразным хлором** описывается реакцией:



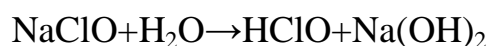
При плюсовых температурах и атмосферном давлении хлор представляет собой газ зеленовато-желтого цвета с удушливым запахом и плотностью, значительно большей плотности воздуха.

Доза хлора определяется в процессе пробного хлорирования. Лимитирующим фактором является остаточное содержание хлора, не вступившего в реакцию. Величина остаточного хлора 0,3-0,5 мг/л.

Хлорное хозяйство располагают в отдельно размещаемых хлораторных, где сблокированы расходный склад хлора, испарительная и хлордзоторная.

Преимущества хлорирования газообразным хлором состоят в том, что реагент не содержит примесей, эффективно окисляет и обладает пролонгирующим эффектом. Недостатки метода: образование хлорорганических соединений, разрушение металла вследствие высокого окислительно-восстановительного потенциала хлора, возможность вторичного загрязнения воды у потребителя, сложность эксплуатации реагентного хозяйства.

Альтернативным вариантом хлорсодержащего реагента является **гипохлорит натрия**. Химизм обеззараживания воды описывается реакцией:



Гипохлорит натрия получают электролизом раствора поваренной соли в электролизере без диафрагмы. При этом вначале выделяются: на аноде - хлор, на катоде - едкий натрий, которые при взаимодействии образуют гипохлорит натрия.

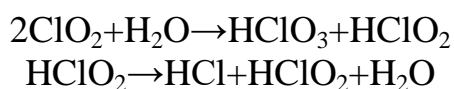
					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Гипохлорит натрия обеспечивает эффективную дезинфекцию против всех известных патогенных бактерий, вирусов, грибковых инфекций и простейших. Гипохлорит натрия не горюч и не взрывоопасен, более активный, чем хлор, малотоксичный, безопасный в эксплуатации и более простой в применении.

Поставка реагента в виде технического гипохлорита не представляет серьезной опасности для окружающих территорий. Вследствие того, что гипохлорит натрия поставляется и применяется в жидком виде, хранить и утилизировать его в случае утечки гораздо проще, чем газообразный хлор. Содержание хлора в растворе гипохлорита натрия обычно выражается в процентах веса раствора.

Помещения для хранения и применения гипохлорита натрия должны быть оборудованы принудительной и приточно-вытяжной вентиляцией. Емкостное оборудование должно быть герметичным.

Эффективным реагентом является **диоксид хлора**, широко применяемый в странах Европы. Химизм процесса обеззараживания диоксидом хлора описывается уравнениями:



Рекомендуемая доза диоксида хлора для целей дезинфекции воды 0,2 мг/л. Количество побочных веществ в результате реакции диоксида хлора с органическими загрязнителями воды мало и никак не отражается на органолептических и токсикологических свойствах воды.

Диоксид хлора не вступает в реакцию с аммонийным азотом и первичными аминами, хлорамины и тригалометаны не образуются. Также как гипохлорит натрия диоксид хлора разрушает фенолы, окисляет железо, марганец и сероводород.

Достоинства хлорирования - простота в использовании, обслуживании, а также высокая эффективность и дешевизна реагента. Важным плюсом в применении названного метода является его последствие. Хлор обладает пролонгирующим эффектом, даже при небольшом избытке хлора рост микроорганизмов вторично не происходит.

Также одним из распространенных методов химического обеззараживания является **озонирование**. Основным обеззараживающим агентом является ион O^- , который по окислительно-восстановительному потенциалу сильнее, чем активный хлор.

Озон – O_3 , аллотропная форма кислорода, являющаяся мощным окислителем химических и других загрязняющих веществ, разрушающихся при контакте.

В отличие от молекулы кислорода, молекула озона состоит из трех атомов и имеет более длинные связи между атомами кислорода. По своей реакционной способности озон занимает второе место, уступая только фтору. Озон может существовать во всех трех агрегатных состояниях. При нормальных условиях озон - газ голубоватого цвета. Температура кипения – 112°C , а температура плавления составляет – 192°C .

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Достоинство метода обеззараживания воды озонированием заключается еще и в том, что производство озона может быть налажено непосредственно на очистных станциях. Озон, используемый для озонирования, получают из атмосферного воздуха в аппаратах, называемых озонаторами, в результате воздействия на него электрического заряда, сопровождающегося выделением озона. Технологическая схема озонирования воды представлена на рисунке 2.17.

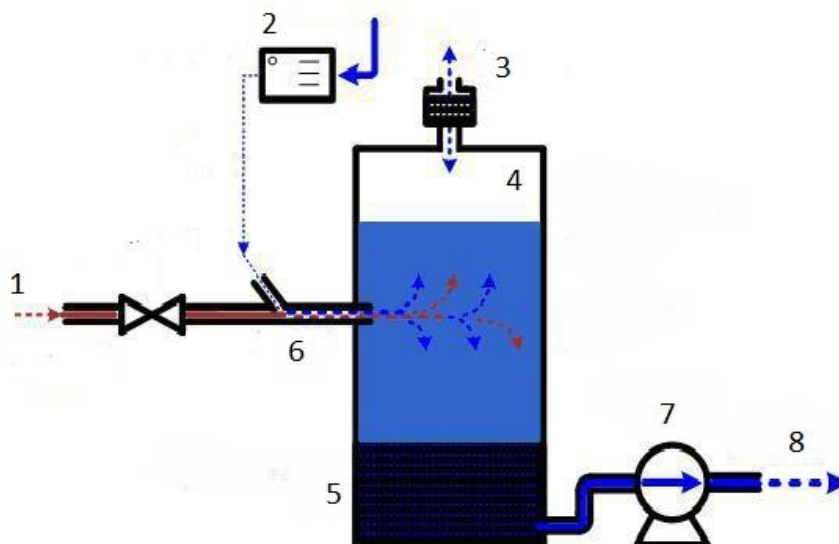


Рисунок 2.17 - Технологическая схема озонирования воды: 1,8 - подвод исходной и отвод озонированной воды; 2 - генератор озона; 3 - деструктор озона; 4 - контактно-фильтровальная емкость; 5 - загрузка из активированного угля; 6 - эжектор; 7 - насосная станция

Продолжительность контакта озона с водой должна быть около 10 мин. Вода, подаваемая в сеть, не должна содержать озона, так как он вызывает коррозию труб и оборудования. В связи с этим воду, обработанную озоном, следует выдерживать в резервуарах до завершения расхождения озона.

Озон делает воду безопасной в бактериальном отношении и в отношении вирусов, эффективно окисляет органические соединения, в том числе гуминовые, придающие воде привкус и запах.

С точки зрения гигиены это самый лучший химический метод, который может обеспечить максимально быстрое и безопасное для человека и окружающего мира обеззараживание воды без последующего образования канцерогенных, высокотоксичных соединений. Но такой способ требует внушительного расхода электроэнергии, эксплуатации сложной аппаратуры, высококвалифицированного обслуживания и не подходит для обработки воды открытых источников (образуются формальдегиды).

Также в реагентных методах применяют разнообразные соединения тяжелых металлов, йод, бром, ионы серебра и других благородных металлов.

Йодирование - метод обеззараживания воды, при котором используются соединения йода. Как бактерицидное вещество йод применяется с давних пор и повсеместно используется в медицине. Проблемы состоят в невысокой растворимости йода в воде, и по этой причине обычно используются его соединения. Йодирование нередко применяется для обеззараживания воды в спортивных бассейнах. Существует ряд средств (так называемые йодные таблетки), применяемые для персонального обеззараживания воды в дорожных условиях. По результатам исследований это самый эффективный метод дезинфекции небольшого объема воды в походных условиях.

Йод гидролизует медленнее хлора и зависит от pH среды. Он действует на вегетативные и спорообразующие формы бактерий, обладает большей скоростью обеззараживания (экспозиция 5-10 мин) по сравнению с хлором. Доза для обеззараживания 0,6-1 мг/л.

Бромирование – альтернатива хлорированию воды. Бром – это галоген и сильный окислитель, убивающий бактерии, вирусы и грибки, способствующий удалению из воды органических примесей. Благодаря устойчивости к высоким уровням pH бром обеспечивает оптимальный уровень надежности дезинфекции воды. При уровне pH = 8,0 эффективность дезинфицирующего действия брома составляет 87%, а у хлора – 33%. Соединения на основе брома устойчивы к действию солнечных лучей, не имеют характерного запаха и не образуют в воде токсичных веществ, щадят кожу и глаза и эффективны в борьбе с водорослями.

К физическим способам относят способы, которые осуществляют воздействие на жидкость ультрафиолетовыми лучами, ультразвуком и иными процессами. Сперва проводится предварительная очистка: воду подвергают фильтрации и коагуляции. Это помогает удалить взвешенные частицы, внутреннюю часть находящихся в жидкости микроорганизмов.

Метод обеззараживания **ультрафиолетовыми лучами** основан на способности ультрафиолетового излучения с определенной длиной волны губительно действовать на ферментные системы бактерий. Ультрафиолетовые лучи уничтожают не только вегетативные, но и споровые формы бактерий, и не изменяют органолептических свойств воды. Поскольку при ультрафиолетовом облучении не образуются токсичные продукты, то не существует верхнего порога дозы. Увеличением дозы ультрафиолетового излучения почти всегда можно добиться желаемого уровня обеззараживания.

Бактерицидный эффект зависит от интенсивности излучения, расстояния от лампы, поглощения излучения средой, прозрачности, цветности, содержания железа.

Ультрафиолетовое излучение используется для обеззараживания подземных вод с содержанием железа 0,3 мг/л, мутностью 2 мг/л. Повышение цветности или мутности воды вызывает наибольшее поглощение излучения, что резко снижает бактерицидный эффект.

В качестве источника излучения используются ртутные лампы, изготовленные из кварцевого песка.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Схема УФ лампы представлена на рисунке 2.18.

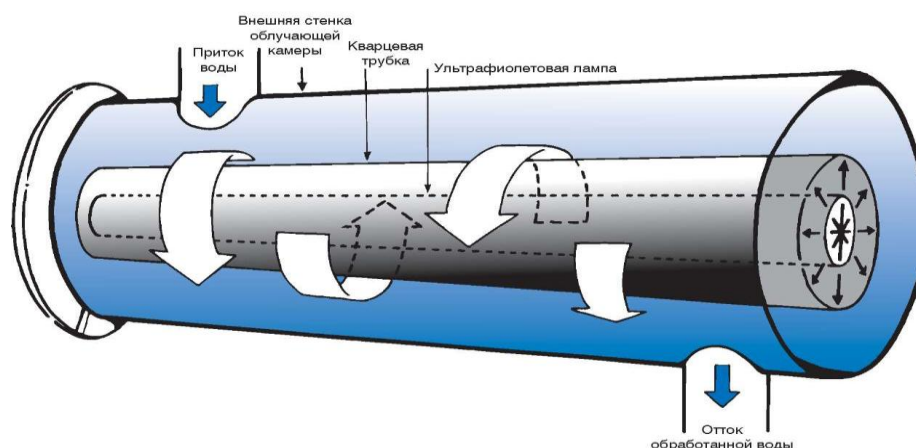


Рисунок 2.18 - Схема УФ лампы

Метод не требует сложного оборудования и легко может применяться в бытовых комплексах водоподготовки в частных домах.

Несмотря на все преимущества метода обеззараживания УФ лучами по сравнению с реагентными основными недостатками являются:

- чувствительность источника к колебаниям напряжения электросети, что влечет за собой бактериальные проскоки;
- отсутствие оперативного контроля за эффектом обеззараживания;
- непригоден для обеззараживания мутных вод;
- полное отсутствие последствий.

Фактором, снижающим эффективность работы установок УФ-обеззараживания при длительной эксплуатации, является загрязнение кварцевых чехлов ламп отложениями органического и минерального состава. Крупные установки снабжаются автоматической системой очистки, осуществляющей промывку путем циркуляции через установку воды с добавлением пищевых кислот. В остальных случаях применяется механическая очистка.

2.2.4 Кавитационный метод обработки воды

Кавитация - образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Суть кавитации - другое фазовое состояние воды. В условиях кавитации вода переходит из естественного состояния в пар. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны во время полупериода разрежения (акустическая кавитация). Кроме того, резкое (внезапное) исчезновение кавитационных пузырьков приводит к образованию гидравлических ударов и, как следствие, к созданию волны сжатия и растяжения в жидко-

сти с ультразвуковой частотой. Метод применяется для очистки от железа и солей жесткости, но слабо эффективен при обеззараживании воды.

Выводы по главе два

В данной главе рассмотрены традиционные методы обезжелезивания, умягчения и обеззараживания, а также кавитационный метод обработки воды. При проектировании комплекса водоподготовки посёлка "Европа" используются установки, принцип действия которых основан на методе кавитации. Они наиболее эффективны по сравнению с традиционными методами водоочистки и водоподготовки.

3 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

3.1 Классификация бассейнов

Бассейн – это гидротехническое сооружение предназначенное для развлечения, оздоровления, релаксации, занятия такими видами спорта как плавание, подводное плавание, прыжки в воду, подводное плавание, водное поло, подводное регби, синхронное плавание и другие.

По назначению бассейны разделяют:

- спортивные – предназначены для учебно–тренировочной работы, проведения соревнований, обучение детей плаванию организованного оздоровительного плавания;
- оздоровительные – преследуют главным образом оздоровительные цели, связанные с обслуживанием неорганизованных разовых посетителей;
- лечебные – строят при санаториях и домах отдыха в бальнеологических комплексах с использованием лечебной воды (минеральной, морской). Лечебные бассейны (как и оздоровительные) имеют ванны произвольной формы и небольшой глубины;
- учебные детских дошкольных сооружений используются для приобщения к воде, обучения плаванию, массового купания, а также для занятия спортивных секций и проведения соревнований местного уровня;
- комбинированные – комплекс сооружений, оборудования, вспомогательных помещений и площадок, предназначенных для обслуживания спортсменов и различных посетителей. В комбинированном бассейне сооружается несколько ванн или отделений ванн в одной большой ванне, имеющих различное назначение: для учебной работы, для купания взрослых и детей, для спортивной работы (прыжки, плавание). Такие ванны или отделения ванн работают изолированно друг от друга, имеют различные размеры, форму, оснащены самостоятельным инвентарем, а также оборудованием по водоподготовке.

Бассейны устраиваются на естественных водоёмах и искусственные (наливные):

- бассейны на естественных водоёмах представляют собой как правило простые сооружения, где на сваях или понтонах уложены ходовые мостики, выгораживающие часть акватории. Такой тип бассейна является сооружением сезонного пользования из-за краткости летнего сезона, неустойчивости метеорологических условий, помех при проведении соревнований, что крайне ограничивает возможности их эксплуатации;
- искусственные (наливные) бассейны обладают множествами преимуществами по сравнению с бассейнами на естественных водоёмах. Прежде всего они имеют более высокую санитарно-гигиеническую культуру и стабильность эксплуатации, регламентируя качество и температуру воды.

Искусственные бассейны подразделяются:

- открытый бассейн – сооружение, где основная ванна расположена на открытом воздухе. По характеру эксплуатации открытые подразделяются на сезонные и круглогодичные;
- крытый бассейн – здание, в котором ванна или несколько ванн расположены в специальных залах. Этот тип бассейна значительно долговечнее бассейнов на естественных водоёмах, а поддержание нормального технического состояния обходится значительно дешевле, кроме того они более безопасны для плавающих;
- комплексный бассейн – включает стационарные открытые и крытые ванны, причём открытая ванна может сочетать спортивные и купальные функции. Этот тип бассейна отличается обилием функциональных возможностей, гибкостью эксплуатации в различное время года;
- трансформирующийся бассейн – сооружение, в котором в зависимости от времени года путём трансформации ограждающих конструкций ванна может быть попеременно открытой и закрытой;
- мобильный бассейн – представляет собой сооружение, которое можно перемещать с одной территории на другую: сборно-разборные комплексы, сборно-разборные и перевозные ванны.

Водный режим предусматривает три варианта: оборотную систему (рециркуляционный водообмен), проточную систему (проточный водообмен) и наливную систему (водообмен с периодической сменой воды).

Системы водоснабжения бассейнов различают по способу забора воды: из водопровода населенного пункта, из природных источников: рек, озер, морей, подземных источников.

Классификация по способу забора и подачи воды:

- переливной бассейн характеризуется тем, что вода находится на одном уровне с бортом, а забор воды из бассейна осуществляется через переливную решетку по периметру бассейна, далее вода через выпуски самотеком попадает в накопительную емкость, что предполагает наличие дополнительной переливной

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

емкости в подвале или техническом помещении бассейна. Большинство плавательных бассейнов общественного назначения выполнены по такой схеме.

- скиммерный отличается от переливного тем, что уровень воды находится ниже уровня борта и специальный насос забирает воду из бассейна через специальные окна в стенках бассейна, называемых скиммера, затем вода поступает в систему: насос – система фильтрации – водонагреватель – станция химической обработки воды, далее через сопла возвращается в бассейн.

3.2 Устройство, основное оборудование и конструкции бассейнов

Основные элементы бассейнов – ванна или несколько ванн, станция водоподготовки, вспомогательные технологические и технические помещения, площадки.

К оборудованию бассейнов относятся лестницы входа, иллюминаторы, уступы для отдыха, водная обходная дорожка, переливные желоба, трапы. Технологическое оборудование включает установки по водоподготовке, подаче, транспортированию и распределению воды; техническое и технологическое оборудование в помещениях - питьевые фонтанчики, туалеты, душевые установки, оборудование лаборатории, врачебного кабинета, массажной и сушильной комнат.

Существуют разные конструкции бассейнов. Наиболее легким в установке являются каркасные бассейны. Они наиболее популярны для частного использования в домах, на дачных участках. Эти бассейны представляют собой каркас из прочной стали, внутренняя поверхность обтянута прочной пленкой, борта закреплены пластиковыми или стальными уголками. Монтируется такой бассейн на устойчивое основание, будь то естественное прочное или искусственное, насыпное из щебня или бетонного основания. При смене времени года такие бассейны легко демонтируются, а при выполнении усиленной конструкции бассейна из качественных материалов демонтаж на зимний период не требуется.

Наибольшую надежность и долговечность в использовании представляют собой бассейны из железобетона. Бассейны аквапарков, аквакомплексов, спортивные бассейны, оздоровительные и все развлекательные бассейны, которые посещает постоянно большое количество людей, всегда выполняются из железобетонных конструкций, тем самым увеличивая надежность, безопасность использования, срок службы, а также простоту эксплуатации.

Ванны крытых бассейнов делают прямоугольными рамной конструкции стандартных и нестандартных размеров из железобетона. Железобетонная конструкция бассейна выполняется из бетона, смешанного со специальными пластифицирующими добавками.

Оборудование для очистки, дезинфекции и подачи воды, а также трубопроводы размещают под ребристым днищем ванны. Форма и размеры ванн зависят от назначения и характера эксплуатации бассейна. Для спортивных и оздоровительных бассейнов наибольшее распространение получили ванны прямоугольной формы в плане с вертикальными продольными и торцевыми стенками. Длину прямоугольных ванн, предназначенных для учебных и спортивных целей, принимают кратной 12,5 м, а ширину – в зависимости от числа дорожек для плавания.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глубина воды в ваннах определяется их назначением, видом оборудования для прыжков в воду, а также продольным и поперечным профилями ванны и соотношением площадей ее мелкой и глубокой частей.

Ванны для развлечений детей различного возраста должны иметь глубину от 0,5-1,0 м. Детский бассейн должен располагаться далеко от спортивного бассейна, тем самым, исключая случайное попадание детей в глубокий бассейн.

При малых глубинах дно ванны выполняют с одним уклоном, а при оборудовании глубокой части ванны устройствами для прыжков в воду (трамплинами, вышками) дно делают с переломом на глубине 1,8 м, где можно провести границу между мелкой и глубокой частью ванны. Уклон откосных и полукосных стен принимают от 1:1 до 1:5.

Ванна бассейна представляет собой специально оборудованный резервуар, по всей длине которого имеется уступ для отдыха шириной 100-150 мм на глубине 1,2 м от борта переливного желоба. Желательно уступ делать вдоль всех стен, где глубина воды более 1,2 м. Уступ для отдыха по торцевым стенкам ванн не предусматривается. Торцевые стенки ванн для спортивного плавания в надводной части - на высоту не менее 0,3 м и в подводной части - на глубину не менее 0,8 м выполняются нескользкими.

Как правило, вдоль продольных стен устраивают переливные желоба для отвода поверхностного слоя воды. В малых ваннах для удешевления и упрощения системы рециркуляции обычно применяют вместо переливных желобов скиммеры.

В ваннах для спортивного плавания по одной или обеим торцевым стенкам (при глубине воды у стенки не менее 1,8 м) следует предусматривать стартовые тумбочки высотой 0,50-0,75 м над уровнем воды. Во всех ваннах следует предусматривать лестницы для выхода из воды. В ваннах для спортивного плавания длиной 25 м по две лестницы с каждой продольной стороны, располагая их в нишах, не выступающих из плоскости стенок ванн. Лестницы располагаются не ближе 3 и не далее 5 м от торцевых стенок; в случае устройства смотровых окон или выплывов они размещаются дальше от торцевой стены, чем смотровое окно или выплыв.

По периметру ванн следует предусматривать обходную дорожку шириной не менее 1,5 м. Вдоль обходной дорожки крытых ванн предусматриваются стационарные скамьи шириной не менее 0,3 м. Ширина обходной дорожки у торцевой стенки ванны со стартовыми тумбочками принимается не менее 3 м; ширина обходной дорожки вдоль стенок с устройствами для прыжков принимается с учетом габаритов этих устройств и обеспечения подходов к ним, но не менее 4 м в ваннах с не выступающими над водой стенками и 3,5 м - с выступающими стенками. Поверхность обходной дорожки должна быть нескользкой и иметь уклон 0,01-0,02 в сторону трапов.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения бассейна определяют пропускную способность всех сооружений и помещений.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

3.3 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам

В плавательных бассейнах должны быть созданы условия, содействующие укреплению здоровья, росту спортивных достижений и повышению работоспособности людей, поэтому соблюдение установленных санитарно-гигиенических требований уделяется большое внимание. Даже кратковременное ослабление санитарного надзора за состоянием душевых помещений, санузлов, раздевальных, всех полов, по которым ходят босыми ногами, в том числе в гимнастическом зале, зале сухого плавания, массажной, сушилках и других помещениях, может привести к появлению грибковых заболеваний, вспышке эпидемиологических водных инвазий (дизентерия, туляремия, тиф и др.). Несоблюдение технологических требований эксплуатации бассейнов также может привести к заболеваниям: поражению слизистой оболочки органов дыхания, возникновению конъюнктивитов, эпидермофитии, аллергических и других реакций (в результате высоких концентраций в воде хлора, озона и других реагентов). При применении современных методов очистки и обеззараживании воды, дезинфекции и четком соблюдении санитарно-гигиенических правил эксплуатации можно полностью исключить подобные заболевания.

Мероприятия, направленные на содержание плавательных бассейнов в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, условно подразделяют на три группы:

- обеспечение надлежащего качества воды, находящейся в ванне бассейна;
- обеспечение выполнения санитарных требований, предъявляемых к сооружениям и оборудованию, - санитарные правила содержания мест пребывания посетителей;
- обеспечение предварительной санитарной подготовки посетителей (купающихся, спортсменов) перед их входом в ванну бассейна.

Технология нормального функционирования искусственных плавательных бассейнов, особенно спортивных и оздоровительных, весьма специфична. В процессе приема водных процедур, плавания и купания вода может попасть человеку в рот, нос, глаза, уши, поэтому она должна иметь такие же высокие санитарно-гигиенические показатели, как и питьевая вода [2]. Вода, находящаяся в ванне бассейна, может быть благоприятной средой для размножения бактерий, попавших в нее от посетителей и из воздуха. В зависимости от тщательности предварительной санитарной обработки посетителей перед входом в воду, их возрастного состава и от типа бассейна общее количество бактерий, вносимых одним человеком, составляет до нескольких тысяч. Поэтому вода в ванне бассейна должна быть бактерицидной и способной уничтожить вносимые загрязнения.

Качество воды оценивается по трем параметрам:

- физические – прозрачность, мутность, цветность, запах, температура;

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- химические – окисляемость, рН, содержание хлоридов, аммиака, алюминия, фтора, железа, хлора, озона;
- бактериологические – общий счет бактерий, коли-титр, болезнетворные бактерии.

Требования, предъявляемые к качеству воды, сводятся к следующему:

- вода, применяемая для хозяйственно-питьевых нужд и подаваемая в ванну бассейна, должна соответствовать требованиям[2];
- необходимо, чтобы вода была высокой прозрачности и низкой цветности, приятным внешним видом (изумрудно-голубого оттенка), не имела резкого запаха хлора и не вызывала раздражения глаз и носа у пловцов;
- в воде бассейнов не допускается содержание химических веществ выше ПДК (предельно-допустимых концентраций), утвержденных СанПиН для воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Качество воды в ванне бассейна должно отвечать санитарно-гигиеническим требованиям санитарных правил и норм [3]; а также технологическим показателям, представленным в таблице 2.

Таблица 2 - Технологические нормативы качества воды в ванне бассейна

Наименование показателя	Норматив
Водородный показатель рН, единицы рН	7,2-7,6
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	750-780
Жесткость общая, мг-экв/л, не более	5,0
Окисляемость перманганатная (превышение над исходной), мг O ₂ /л	0,5-1,0
Железо общее, мг/л, не более	0,3
Прозрачность	Безупречный просмотр всего дна бассейна
Сульфаты, мг/л, не более	500
Хлориды, мг/л, не более	350
Нитраты, мг/л, не более	40
Связанный хлор, мг/л, не более	0,8
Озон	Отсутствие
Остаточная массовая концентрация добавляемых реагентов, мг/л, не более	ПДК

Температура воды в ванне бассейна необходимо поддерживать по рекомендациям [3] для взрослых 24-26 °С, а для детей – 30 °С. Специалисты рекомендуют

следующую температуру воды: для спортивных крытых бассейнов – 26-29 °С, для купально-оздоровительных 28-30 °С.

Качество исходной воды для заполнения и подпитки бассейна должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды согласно санитарным правилам и нормам, [2] вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена в бассейне.

Воду, используемую для заполнения, следует предварительно очищать, если в ней превышены следующие показатели:

- цветность - 15°;
- жесткость общая - 7,0 мг-экв/л;
- железо - 0,3 мг/л;
- марганец - 0,1 мг/л;
- аммоний - 2,0 мг/л;

3.4 Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов

В зависимости от типа системы и режима её работы плавательные бассейны бывают наливными, с проточной системой водообмена и с системой оборотного водообмена. Наливная система водообмена может быть применена в порядке исключения и при наличии соответствующего разрешения органов санитарной инспекции для ванн лечебного назначения небольшой вместимости (до 20 – 50 м³). Проточная система водообмена может быть рекомендована для ванн купальных и учебных бассейнов объёмом до 200 м³. Система оборотного водообмена широко применяется для бассейнов любого назначения, оборудованных ваннами различных размеров. При оборотной системе водообмена происходит непрерывная очистка и дезинфекция воды в процессе её рециркуляции.

Циркуляционную воду очищают, как правило, на напорных зернистых или намывных фильтрах. По сравнению с безнапорными фильтрами они имеют меньшие габариты. Снижение цветности и мутности воды в ваннах с оборотным водообменом, оборудованных зернистыми фильтрами, достигается коагулированием циркулирующей воды. Обеззараживание воды производится различными реагентными и безреагентными методами.

Для восполнения потерь воды из ванны, возникающих в процессе эксплуатации, а также для снижения концентрации растворённых и дисперсных загрязнений, вносимых в ванну, предусматривается непрерывная или периодическая подача свежей очищенной воды. Во избежание бактериального загрязнения источника водоснабжения водой из бассейна подача воды при наливке и подпитке ванны должна производиться с разрывом струи.

Система технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна со **скиммером** с объёмом до 100 – 120 м³ включает следующие элементы: скиммер – устройство для забора воды с поверхности и донный выпуск, соединенные с насосом; скорый напорный фильтр с шестиходовым краном, нагревателем и форсунками для впуска воды в бассейн.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Скиммер - это приспособление фильтрации и очистки воды, представляющее собой полую емкость. У скиммера в боковой верхней части имеется прорезь, через которую в него затекает вода, а в нижней части - водоотвод, сквозь который вытекает вода. Бывает, что внутри скиммера установлен фильтр для грубой очистки, его иногда называют сетчатым ведёрком. Но в основном скиммер для бассейна всего лишь передаёт поток воды в фильтрующую систему.

При этом не всегда устройство является частью фильтрационной системы. В последнее время довольно широко распространен так называемый навесной скиммер, который является аппаратом целиком автономным. Скиммер навесной укрепляется на бортике с внутренней стороны и не нуждается во встраивании в стационарную фильтрующую систему.

В основном такое оборудование для бассейна обеспечено возвратной трубкой, что дает возможность ему работать без сбоев и автономно. Бассейнах со скиммерами уровень воды в ванне обычно на 20 – 25 см ниже верхней кромки и его повышение при наличии купающихся происходит в пределах общего объёма бассейна.

Забор воды из бассейна осуществляется с двух уровней: с поверхности скиммером и из придонной части через выпуск, что позволяет обеспечить более качественную очистку воды. Донный выпуск служит также для опорожнения бассейна при размещении выпуска канализации ниже дна бассейна.

В соответствии с требованиями [4] запрещается присоединять донный выпуск к системе хозяйственно-бытовой канализации без разрыва струи.

Скиммер, оборудованный пластмассовой корзиной для удаления с поверхности воды крупных плавающих загрязнений, устанавливается таким образом, чтобы уровень воды в бассейне совпадал с его горизонтальной осью. Число скиммеров выбирают исходя из объёма воды в бассейне: 1 скиммер на 30 – 40 м³ [2]. Скиммер служит также для гашения волн, образующихся при купании.

Очищенная вода после фильтра поступает в бассейн через форсунки, которые, для равномерного распределения воды по высоте бассейна и для ликвидации застойных зон, устанавливаются в нижней части ванны, напротив скиммера или тангенциально по отношению к нему. Форсунки выполняют из пластмассы или металла, защищённого от коррозии.

Вода от скиммера и донного выпуска поступает к насосу. Со стороны всасывающего патрубка насосы имеют ёмкость, в которой размещён сетчатый фильтр-волосоуловитель (префильтр).

Насос обычно крепится к раме, с фильтроблоком, который имеет шестиходовой переключатель режимов работ, способный работать как в ручном, так и в автоматическом режимах.

В этом случае он комплектуется электроприводом и блоком автоматического управления, позволяющим запрограммировать режим работы фильтра в течение недельного периода.

Технологическая схема скиммерного бассейна показана на рисунке 3.1.

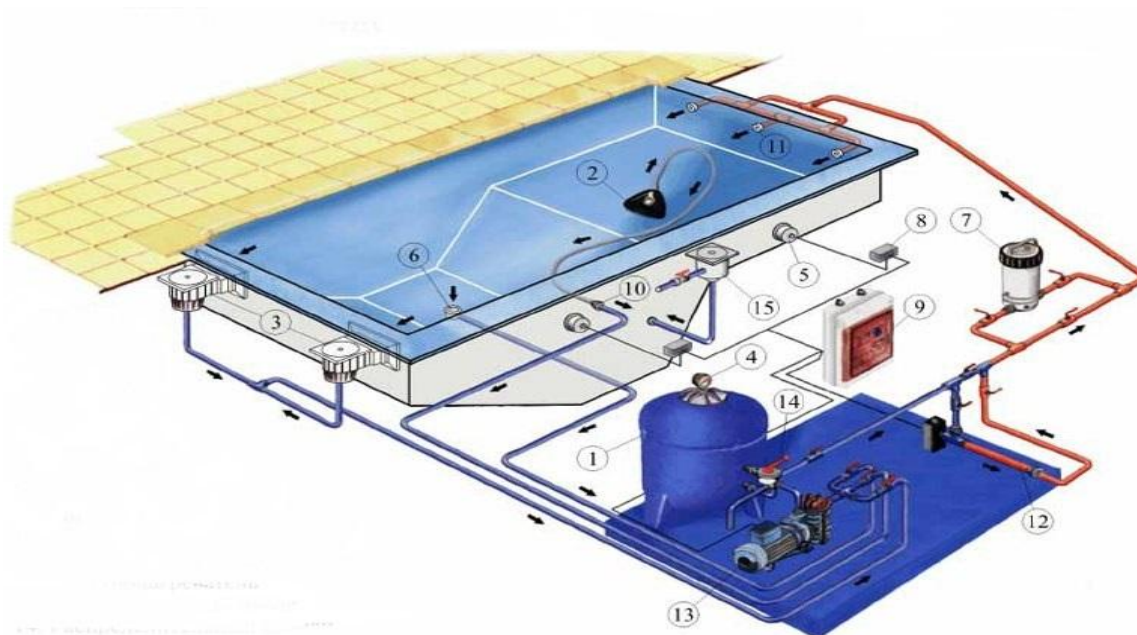


Рисунок 3.1 - Технологическая схема скиммерного бассейна: 1 - фильтр; 2 - устройство очистки дна; 3 - скиммер; 4 - манометр; 5 - прожектор; 6 - донный трап; 7 - дозатор хлора; 8 - трансформатор; 9 - блок управления; 10 - всасывающая форсунка; 11 - подающая форсунка; 12 - электронагреватель; 13 - циркуляционный насос; 14 - распределительный клапан; 15 - автомат поддержания уровня

В системе технологического водоснабжения и водоотведения для **бассейна с переливными желобами** циркулирующая вода попадает на фильтровальную установку из переливных желобов, расположенных по периметру бассейна, а затем поступает в переливной бак, объём которого рассчитывается из условия возможности приёма воды, вытесненной купающимися, а также из условия запаса воды, необходимой для промывки фильтра.

Вода из городского водопровода поступает в систему обратного водоснабжения через переливной бак с разрывом струи. Для контроля за режимом наполнения и подпитки ванны на водопроводной линии перед промывным баком устанавливают скоростной водосчётчик. Подача исходной воды для наполнения и подпитки ванны производится с помощью циркуляционных насосов, подключённых к баку переключкой с обратным клапаном. Бак оборудуется системой автоматического контроля, включающей датчики уровня воды и блок управления. Автоматика следит за максимальным и рабочим уровнями воды в баке, а также отключает насос при достижении минимального уровня (защита от сухого хода). Расход добавочной воды определяется потерями на собственные нужды фильтровальной установки, испарением с поверхности воды и технологическими потерями (выплёскиванием, унос купающимися).

Верхний слой воды из ванны отводится через переливные желоба во всасывающую линию циркуляционного контура. При необходимости вода из переливных желобов может быть направлена на сброс в водосток или канализацию.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Коагулирование и подщелачивание циркулирующей воды производится путём ввода растворов соответствующих реагентов во всасывающую трубу циркуляционных насосов.

Фильтры промываются водой из переливного бака под напором, создаваемым насосом. Промывная вода от фильтров сбрасывается в открытый лоток, что позволяет осуществлять визуальный контроль эффективности отмытки фильтров.

Промывные воды направляются на локальные очистные сооружения автомайки. Вода, сливаемая из ванны бассейна при её опорожнении, также направляется на локальные очистные сооружения автомайки.

Технологическая схема переливного бассейна представлена на рисунке 3.2.

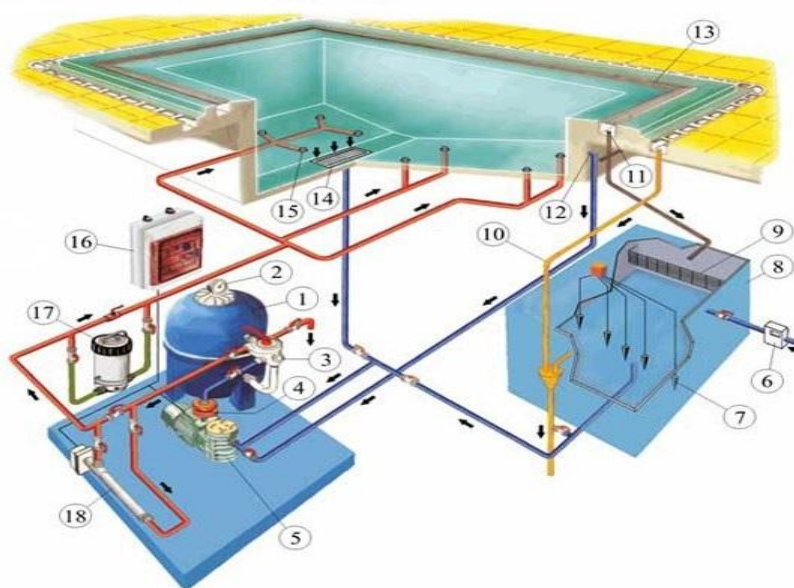


Рисунок 3.2 - Технологическая схема переливного бассейна: 1 - фильтр; 2 - манометр; 3 - распределительный клапан; 4 - обратный клапан; 5 - циркуляционный насос; 6 - автодолив со счетчиком расхода воды; 7 - датчик уровня воды; 8 - переливной бак; 9 - волосоуловитель; 10 - канализационный слив; 11 - переливная форсунка; 12 - всасывающая форсунка; 13 - переливной желоб; 14 - трап забора воды; 15 - подающая форсунка; 16 - блок управления; 17 - дозатор хлора; 18 - электронагреватель

3.5 Очистка и кондиционирование воды в бассейнах

3.5.1 Предварительная очистка воды бассейна

В процессе купания в плавательный бассейн попадают загрязнения двух категорий: а) минеральные и органические соединения; б) микроорганизмы. К первой

категории загрязнений относятся атмосферная пыль, частицы кожного покрова, волосы, коллоиды (выделение желез внутренней секреции, косметические продукты), а также растворенные соединения. Микроорганизмы водной среды бассейна представлены в основном бактериями (например, стафилококками), вирусами и грибами.

Наиболее высокие требования к качеству воды предъявляют в спортивных бассейнах, оборудованных системой оборотного технологического водоснабжения [1]. Выполнение этих требований достигается многократной предварительной и глубокой очисткой циркулирующей воды, при этом для повышения эффективности процессов очистки воды применяется ее реагентная обработка (коагулирование и подщелачивание).

В состав оборудования, обеспечивающего очистку и дезинфекцию циркулирующей воды, входят:

- устройства для удаления случайно попавших предметов и крупных загрязнений (предварительная очистка);
- установки для удаления высокодисперсных примесей, обуславливающих мутность и цветность воды (глубокая очистка);
- установки для обеззараживания воды;
- реагентные установки (коагулирование и подщелачивание);
- циркуляционные насосы, обеспечивающие водообмен;
- установки для подогрева циркулирующей воды;
- контрольно-измерительные приборы и системы автоматического управления.

Крупные загрязнения и предметы (листья, шапочки и т.п.), случайно оказавшиеся в ванне, задерживаются решетками, устанавливаемыми на выпусках из ванны. Решетки выпускных отверстий целесообразно изготавливать из листовой нержавеющей стали толщиной 4-6 мм. Во избежание травм, отверстия решеток необходимо раззенковать и зачистить.

Для извлечения из циркулирующей воды более мелких загрязнений (волос и т.п.) на всасывающей линии рециркуляционного трубопровода непосредственно за выпусками из ванны устанавливают сетчатые и зернистые префильтры с механической или гидравлической очисткой.

Как показал опыт эксплуатации, применение префильтров позволяет значительно увеличить эффект глубокой очистки циркулирующей воды на скорых фильтрах и продолжительность межпромывочного периода последних.

3.5.2 Коагулирование воды бассейна

В результате повседневной эксплуатации вода загрязняется грубо- и тонкодисперсными механическими примесями, а также коллоидно-растворенными веществами, увеличивающими её мутность и цветность. Для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания циркулирующей воды путём многократного

пропуска её через водоочистные установки в плавательных бассейнах желательно использовать коагулирование.

В качестве коагулянта используют сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. При введении в воду происходит гидролиз соли с выпадением в осадок гидрооксида алюминия и образование ионов водорода, которые препятствуют дальнейшему протеканию процесса гидролиза. Нейтрализация ионов водорода происходит вследствие наличия в воде гидрокарбонатных ионов, обуславливающих естественную щёлочность воды. Если щёлочность воды бассейна недостаточна, то приходится прибегать к её подщелачиванию.

Так как для этой цели требуется незначительное количество щёлочи, целесообразно использование кальцинированной соды. Она хорошо растворима в воде и обеспечивает благоприятные гигиенические условия работы для обслуживающего персонала.

Помимо сернокислого алюминия используются также другие коагулянты, как жидкий хлорид алюминия $AlCl_3$, оксихлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, которые обладают не только коагулирующими, но и обеззараживающими свойствами благодаря наличию хлора. Существуют также различные полимерные соединения алюминия.

В плавательных бассейнах применяют, как правило, высококонцентрированные растворы коагулянта (20 – 25 %-й концентрации в пересчёте на $Al_2(SO_4)_3$).

Для автоматизации дозирования химических реагентов в бассейн используют специальное дозирующее оборудование. Существуют готовые комплексные решения по измерению и дозированию химических реагентов в бассейн - автоматические станции дозирования и контроля реагентов для плавательных бассейнов. Нужно только выбрать подходящую дозирующую станцию, руководствуясь назначением бассейна, техническими параметрами бассейна и собственными предпочтениями по типу дезинфекции. В состав автоматической станции дозирования реагентов для бассейна входит:

- емкость с химическим реагентом;
- насос дозатор;
- датчик реагента;
- микропроцессорный контроллер, управляющий работой дозирующей станции.

Рекомендуется автоматическое дозирование для любых бассейнов по типу и назначению, так как для обеспечения безупречного качества воды в бассейне требуется использование комплексной обработки: дезинфекция, регулировка pH, коагулирование и защита от водорослей. Вручную очень сложно обеспечить точное дозирование препаратов, потому что условия использования бассейна сильно различаются в зависимости от дней недели и даже времени суток. Автоматические станции дозирования и контроля реагентов постоянно измеряют содержание дезинфицирующего вещества и уровень pH, и при необходимости корректируют их. Также, автоматические станции дозирования сокращают расход реагентов, поддерживая их дозирование на минимально необходимом уровне.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

3.5.3 Фильтрация воды бассейна

Главным условием эффективной работы системы фильтрации является соответствие суммарной площади фильтрации, а также пропускной способности фильтров общей схеме циркуляции воды в бассейне.

Наиболее распространенные в практике очистки воды плавательных бассейнов во всех странах мира песчаные фильтры. Такой тип фильтров настоятельно рекомендуется использовать для любых бассейнов общественного пользования. Можно использовать и более дешевые фильтры такие, как картриджные (тканевые) или диатомитовые, но только песчаные фильтры способны уверенно обеспечивать требования санитарно-эпидемиологического характера. Так же в качестве загрузки для фильтров используются активированный уголь, антрацит.

Масса песчаного материала в корпусе фильтра характеризуется мощностью (толщиной) слоя песка и характером самого песчаного материала. Как правило, для среднескоростных фильтров мощность песка близка к 1 м, вне зависимости от характера материала. По последнему признаку фильтры делятся на однородные (когда по всей мощности слоя песка характеризуется одинаковыми значениями размера зерен) и многослойные (когда песок засыпается в корпус фильтра слоями зерен разного размера). Однородный песок засыпается в корпус на толщину (мощность) около 80 см. Размер зерен однородного песка не должен отличаться более, чем вдвое (например, 0,5-1,0 мм или 1-2 мм). Чем тоньше фракция однородного песка, тем меньшую мощность может иметь его общий слой. В самый низ обычно засыпают тонкий (несколько мм) слой более грубой фракции песка. Это помогает при достижении более равномерной дисперсии воды при противотоке – в режиме обратной промывки фильтра. Многослойные фильтры содержат несколько слоев грубой фракции ниже самого верхнего слоя однородного песка мощностью около 55 см. Грубая фракция внизу оказывает меньшее сопротивление потоку воды при обратной промывке фильтра, и такие фильтры почти не требуют при обратной промывке подсоса воздуха.

Система выхода воды из фильтра часто представляет собой изогнутую горизонтальную трубу, перфорированную по всей длине и уложенную на дно корпуса фильтра. Это удобнее, чем конструкция на основе системы донных форсунок. Правда, необходимость строгого нивелирования поверхности каждого слоя песка разных фракций делает перезарядку многослойных фильтров довольно трудоемкой процедурой.

Система слива воды из фильтра должна обеспечить доставку очищенной воды в бассейн и при необходимости – напор воды снизу вверх при обратной промывке фильтра. Для надежности вся система нижних трубопроводов укрепляется механически (залитка цементом – одно из самых надежных решений). На дне корпуса фильтра не следует укладывать лишние покрытия – при их разрушении ремонт довольно сложен, а отставшее от стенок корпуса покрытие порождает условия для развития колоний болезнетворных бактерий.

Число фильтров в общей системе фильтрации в бассейне может быть различным. Для гибкости и удобства настройки режима фильтрации лучше иметь не-

сколько фильтров, как минимум два, - тогда профилактические работы можно проводить, не прерывая процесс очистки воды. Кроме того, идеальным вариантом обратной промывки является режим, когда в промываемый фильтр снизу закачивается вода, только что очищенная через другой фильтр, работающий в нормальном режиме.

Сам процесс обратной промывки очень важен для нормальной и долговечной работы фильтра. Она производится при отсутствии купающихся в чаше бассейна и эта процедура несовместима с процессом активной дезинфицирующей обработки воды. Обычно пятиминутной обратной промывки бывает достаточно для успешного завершения процесса, но окончательный результат виден через смотровое стекло в верхней части корпуса. Процесс можно завершить, когда вода будет выглядеть прозрачной на вид, открывающийся в смотровом отверстии.

Песчаные фильтры, работающие под давлением, как правило, выпускаются в вертикальном исполнении, с подачей загрязненной воды сверху вниз. Фильтры с горизонтальным расположением песчаной массы встречаются реже, поскольку их труднее обслуживать. Кроме того, вертикальные фильтры обеспечивают более равномерное распределение потока воды.

При промывке фильтров образуются промывные воды, которые рекомендуем собирать и утилизировать.

3.5.4 Обеззараживание воды бассейна

Обеззараживание воды, подаваемой в ванны плавательных бассейнов, является обязательным [3]. Это гарантирует защиту от грибковых, вирусных, бактериальных и паразитных заболеваний, передаваемых через воду, а также исключает возможность вредного влияния химического состава воды на организм человека.

К основным методам обеззараживания воды в бассейне относятся хлорирование, бромирование, озонирование, а также ультрафиолетовое облучение с интенсивностью не менее 16 мДж/см² (независимо от типа установки) [3]. Для повышения надёжности обеззараживания рекомендуется применять одновременно несколько методов. Наилучший результат достигается при комбинации какого-либо метода с хлорированием, при котором присутствие остаточного хлора в воде ванны бассейна создаёт эффект пролонгированного дезинфицирующего действия.

Для дезинфекции необходимо, чтобы значение рН находилось на уровне 7,0 – 7,4. Слишком низкое значение приводит к коррозии, слишком высокое значение плохо влияет на кожу человека, приводит к выпадению известкового осадка при жёсткой воде и образованию связанного хлора.

Главное преимущество **хлора** и его соединений – пролонгированность действия, то есть способность долго сохранять активность в воде бассейна. Хлорирование является самым распространённым, недорогим и доступным способом обеззараживания. Оно имеет не только бактерицидный эффект, но и способствует удалению не задерживаемых фильтром органических примесей в результате их окисления. Подробно хлорирование воды рассмотрено в главе 2.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Вариантом, служащим дополнением к хлорированию, является применение для дезинфекции воды **брома**. Бром, как и хлор, является галогеном и прекрасно подходит для дезинфекции воды в плавательном бассейне. Он убивает бактерии, вирусы и грибки и способствует удалению органических примесей из воды путем окисления. Также этот реагент устойчив к действию солнечной радиации.

Бром имеет следующие преимущества по сравнению с хлором:

- бром не имеет неприятного запаха, который отличает хлор;
- щадит кожу и глаза;
- бром не содержит извести, имеет нейтральную реакцию рН и подходит для применения в любой воде.

Йод очень эффективен в борьбе против всех патогенных бактерий и в отличие от хлора, не вызывает раздражения слизистой оболочки глаз. При добавлении йода вода приобретает приятный оттенок. Наибольшую активность в воде проявляет йод, входящий в состав **НН**. Это соединение сохраняет бактерицидность даже при очень низких концентрациях.

Техника обеззараживания йодом и введения его в воду бассейна проста. Приготовленный 2%-й раствор йода с помощью шайбового дозатора вводится в смеситель-эжектор или во всасывающую линию циркуляционного насоса оборотной системы водообмена бассейна [1].

Последнее время наблюдается тенденция к переходу от хлорирования к альтернативным бесхлорным способам обеззараживания воды. В качестве альтернативы в бассейнах, которые не испытывают сильных нагрузок (частный бассейн), используют **активный кислород**.

Активный кислород, в отличие от хлора, идеален для чувствительной кожи и носа – не образует неприятного запаха и не раздражает слизистые, но менее активен. Активный кислород предлагается в виде таблеток, гранул или жидкости (в случае наличия автоматической станции).

Препараты, в состав которых входят различные органические и неорганические перекисные соединения, попадая в воду, распадаются с выделением атомарного кислорода, обладающего высокой окислительной способностью. К достоинствам этого метода относятся отсутствие характерного запаха хлора и раздражения кожи и глаз.

Для качественной дезинфекции воды активный кислород нужно использовать совместно с противоводорослевыми добавками, регулярно добавлять коагулянты и поддерживать уровень рН. Наилучшие результаты достижимы при использовании автоматических станций дозирования и регулирования дополнительных средств обработки [10].

Озонирование является на сегодняшний день одним из универсальных методов обработки воды, позволяющих эффективно воздействовать на большинство загрязнителей искусственного и естественного происхождения с одновременным обеззараживанием [11].

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Озон не вызывает воспаления кожи, слизистых оболочек и органов дыхания, обеспечивая при этом кристальную чистоту воды и насыщенность её кислородом. Он относится к наиболее экологически безопасным веществам, так как очень быстро разлагается без образования сопутствующих вредных продуктов реакции. Это свойство является одновременно недостатком – из-за быстрого распада озона прошедшая санитарную обработку вода не сохраняет долго свои свойства, поэтому озонирование необходимо комбинировать с хлорированием.

Комбинирование данного метода с хлорированием, позволяет существенно снизить дозу остаточного хлора в воде бассейна до 0,3 мг/л.

Суть метода **олигодинамии** состоит в том, что добавленные в обрабатываемую воду ионы тяжёлых металлов (обычно серебра) взаимодействуют с протоплазмой клеток бактерий, вызывая их гибель в результате нарушения метаболизма. В результате многочисленных исследований подтверждено бактерицидное воздействие ионов серебра на большинство патогенных микроорганизмов, а также и на вирусы. Однако спорообразующие разновидности микроорганизмов к серебру практически нечувствительны [10].

В отличие от хлорирования, бромирования, озонирования и использования активного кислорода при серебрении процессов окисления нет. Такой способ дезинфекции обеспечивает длительную защиту воды от образования бактерий и грибков и не требует применения дополнительных средств.

Технология **ультрафиолетового излучения** позволяет понизить концентрацию хлора в воде ниже уровня аллергической чувствительности человека. Ультрафиолет закладывается в проекты строительства и реконструкции бассейнов, его рекомендуют Ассоциация плавательных бассейнов, ведущие гигиенические институты, органы санитарно-эпидемиологического надзора. Использование ультрафиолета позволяет в 2 – 3 раза понизить дозы вводимого хлора и достигнуть таким образом необходимого качества воды для профессионального занятия спортом без ущерба для здоровья.

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение — электромагнитное излучение ультрафиолетового диапазона длин волн в интервале от 205 до 315 нм. Этот вид излучения обладает энергией, достаточной для воздействия на химические связи, в том числе и в живых клетках. Наибольшим бактерицидным действием обладает электромагнитное излучение на длине волны 240-280 нм.

Воду пропускают через прозрачную кварцевую трубу и при этом просвечивают ультрафиолетовыми лучами. Дезинфицирующий эффект УФ–излучения, в основном, обусловлен фотохимическими реакциями, в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК. Помимо ДНК ультрафиолет действует и на другие структуры клеток, в частности, на РНК и клеточные мембраны, поражая именно живые клетки и не оказывая воздействия на химический состав воды.

Для обеззараживания воды в настоящее время применяются два основных типа УФ–излучателей (бактерицидных ламп): ртутные газоразрядные лампы низкого (НД) и высокого (ВД) давления. Принцип действия и конструкция этих ламп практически такие же, как и хорошо известных люминесцентных ламп. Отличие заключается в применении специального стекла, способного пропускать УФ–лучи

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

при отсутствии слоя люминофора на внутренней поверхности колбы. Лампы НД имеют высокий КПД преобразования электрической энергии в излучение бактерицидного диапазона – до 40 % и сравнительно низкую единичную мощность – до 200 Вт, в то время как лампы ВД имеют низкий КПД – до 8 % и высокие единичные мощности – до 10 кВт. Столь высокая мощность ламп ВД приводит к повышению рабочей температуры их поверхности до 600 °С и выше, а также к существенному сокращению срока их службы. Высокая единичная мощность ламп ВД позволяет упростить конструкцию и уменьшить габариты УФ–установки. Однако достигается это ценой пятикратного увеличения затрат электроэнергии. В спектре излучения ламп ВД присутствует коротковолновое излучение, способное приводить к образованию озона в окружающем воздухе. Это создает дополнительные трудности, связанные с обеспечением безопасности работы обслуживающего персонала.

3.6 Особенности проектирования водоподготовки бассейнов под открытым небом на Урале

Бассейны под открытым небом круглогодичного использования на Урале позволяют создать оптимальные условия для оздоровления и отдыха населения. Надежность эксплуатации бассейна заключается в проектировании и строительстве конструкции чаши бассейна и современной водоподготовки, которая обеспечивает очистку и кондиционирование воды от всех загрязнений, поступающих в воду от внешних источников и посетителей, а также обеззараживание. Это обеспечивается созданием оборотной системы водоснабжения с применением фильтров, загруженных местными фильтрующими материалами, использованием комбинированного метода обеззараживания воды жидкими хлорсодержащими реагентами и озонированием, нагревом воды и поддержанием заданных температур в летнее и зимнее время.

Один из первых бассейнов под открытым небом круглогодичного использования был запроектирован и построен в санатории «Увильды» Челябинской области, который привлек внимание не только жителей Урала, но и всей России. Этот опыт позволил определить важные моменты, то есть особенности проектирования, которые необходимо учитывать не только при сборе исходных данных на проектирование таких объектов, но и в самом проекте.

При проектировании бассейнов необходимо учитывать технические требования к инженерным сетям при устройстве водоподготовки, не всегда для объекта есть достаточные тепловые, электрические мощности, существуют проблемы, связанные с дефицитом воды, сбросом промывных вод и воды при опорожнении бассейна.

Сложности при проектировании открытых бассейнов возникают в связи с повышенным загрязнением воды (листья, ветки, пыль, мелкий мусор), что требует более тщательной водоподготовки, необходимость защищать конструкцию ванны от промерзания зимой, выполнении условий безопасности для людей, не умеющих плавать при случайном падении в воду [14-16].

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Современные нормативные документы не полностью учитывают специфические моменты, связанные с проектированием открытых бассейнов.

Академик Ласкорин Б.Н. сформулировал три общих критерия современной промышленной технологии: эффективность; комплексное использование сырья; охрана окружающей среды.

Технология только тогда может считаться современной, когда она позволяет успешно решать вопросы эффективности и качества при обеспечении условий охраны окружающей среды.

Для реализации проектов бассейнов под открытым небом на Урале, с учетом выполнения критерия современной технологии необходимо учитывать следующие факторы:

- для круглогодичного использования бассейна предусмотреть форму бассейна для полноценного использования с учетом возможности плавать по дорожке, но с пристроем хорошо обозреваемых форм для проведения оздоровительных процедур (водный и водовоздушный массаж с использованием водных аттракционов) и возможности посещения бассейна маломобильной группой населения;
- для надежного функционирования системы водоподготовки обеспечить тепловые и электрические мощности с резервом для поддержания температуры воды в зимнее время на уровне 35-38°C;
- для выполнения требований к качеству воды в бассейне предусмотреть использование фильтров с применением местных фильтрующих материалов и новых, таких как стеклянный зеленый песок, не требующий замены с повышенными технологическими показателями [17];
- для обеззараживания воды применить комплексный метод хлорирование и озонирование, который позволяет одновременно производить и обеззараживание и химическую очистку, окисление нитритов, сероводорода и других загрязнений, неизбежно поступающих в воду бассейна от посетителей. Одновременно удовлетворяются эстетические требования к качеству воды, улучшаются органолептические свойства воды, происходит насыщение ее кислородом;
- с целью снижения расходов воды на подпитку учитывать периоды использования и бездействия бассейна, когда в бассейне нет посетителей в основном ночью и разницу температур в дневное и ночное время, в летнее время;
- для промывных вод и воды при опорожнении бассейна предусмотреть сооружения регулирования сбора, очистки и использования на технические нужды (уборка территории, автостоянок, устройство автомойки);
- для осуществления импортозамещения использовать максимально отечественное оборудование, закладные детали, реагенты, фильтрующие материалы для водоподготовки бассейнов.

При проектировании бассейнов под открытым небом на Урале необходимо учитывать следующие факторы: климатические особенности, повышенное загрязнение воды и теплопотери по сравнению с закрытым бассейном, назначение бассейна, приемы по повышению надежности, функционирование по водоподготовке бассейна с учетом энерго- и ресурсосбережения для выполнения гигиенических требований к устройству, эксплуатации и качеству воды, с использованием отечественного оборудования, фильтрующих материалов.

Выводы по главе три

В данной главе были рассмотрены типы и конструкции бассейнов, требования к воде бассейнов, методы очистки и кондиционирования воды бассейнов. На основании изученного материала в посёлке "Европа" проектируем бассейн переливного типа, чаша которого выполнена из железобетона. Водный режим предусматриваем оборотным с целью энерго- и ресурсосбережения.

4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПОСЕЛКА "ЕВРОПА"

4.1 Разработка технологической схемы для хозяйственно-питьевого водоснабжения и нужд котельной

В технологии подготовки воды для хозяйственно-питьевых нужд проектируемого поселка используется метод гидродинамической кавитации. Этот метод очистки воды основан на явлении разрушения молекул воды с образованием сильных окислителей. В окрестностях пузырьков газа возникает высокая температура и высокое давление, в результате этого молекулы переходят в возбужденное состояние. В местах повышенного давления происходит схлопывание пузырьков, при этом наблюдается выброс тепловой энергии и энергии давления.

Кавитационная обработка воды приводит к ее активации, изменению физико-химических свойств. В активной воде более интенсивно протекают процессы окисления железа и его соединений. [статья]

Предлагаемая технология обеспечивает полную очистку вод до норм ПДК [с]

Источником водоснабжения поселка являются скважины. Из скважины с помощью насоса вода подается в блочную установку водоподготовки.

Для водоподготовки в проекте предложена установка очистки воды, разработанная ООО «Локальные Инженерные Системы» с применением кавитационного метода подготовки воды для питьевых нужд.

Предлагаемая технология обеспечивает полную очистку воды до требуемых норм [2].`

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Принципиальная схема водоподготовки представлена на рисунке 4.1.

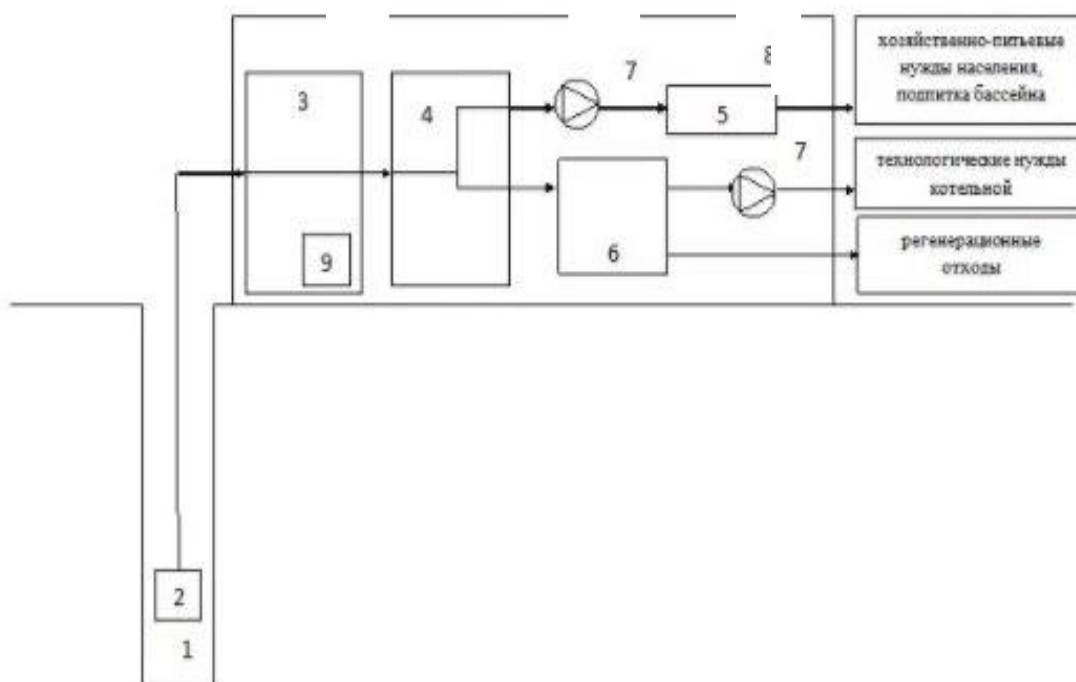


Рисунок 4.1 - Принципиальная схема водоподготовки: 1-скважина; 2-скважинный насос; 3-блочная установка; 4-блок промежуточного расхода; 5-ультрафиолетовые стерилизаторы; 6-дополнительный узел умягчения; 7-подающий насос; 8-производственное здание; 9-сборник осадков.

Данная установка для очистки воды не требует расходных материалов и реагентов.

Также при ее работе не образуются токсичные выбросы в окружающую среду, она проста и неприхотлива в эксплуатации, не требует специального персонала для их эксплуатации и обслуживания.

Установка компактна, ее можно размещать в уже блок-боксах, и секционировать, что позволяет добавлять секции по мере развития поселка.

Вода для технологических нужд котельной проходит дополнительный узел умягчения.

По сравнению с традиционными методами очистки воды, эта технология имеет меньший расход промывной воды.

Промывную воду, совместно с промывной водой от оборудования водоподготовки бассейна, предлагаем после соответствующей обработки использовать повторно для технологических нужд автомойки. Это позволит снизить нагрузку на очистные сооружения канализации поселка.

4.2 Разработка технологической схемы для водоподготовки бассейна

Конструктивно-строительная характеристика бассейна под открытым небом представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Конструктивно-строительная характеристика бассейна под открытым небом

Характеристика	Значение
1. Назначение бассейна	бассейн для плавания и купания
2. Гидравлика бассейна	переливной
3. Тип покрытия	плиточное
4. Площадь зеркала воды	60 м ² (12,0м×5м)
5. Периметр	34 м
6. Глубина	1,4 м
7. Объём воды	84 м ³
8. Требуемая температура воды	35 °С
9. Аттракционы	гидромассаж
10. Освещение	подводные прожектора

В бассейне принята обратная система водообмена, при которой происходит непрерывная очистка и дезинфекция воды в процессе её рециркуляции. Система оборотного водообмена широко применяется для бассейнов любого назначения, оборудованных ваннами различных размеров.

Выбор технологии процесса очистки и состава водоочистных установок зависит от санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к воде бассейна, и технико-экономических соображений.

Качество исходной воды для заполнения и подпитки бассейна должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды согласно санитарным правилам и нормам, [2] вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена в бассейне. Выполнение этих требований достигается многократной предварительной и глубокой очисткой циркулирующей воды, при этом для повышения эффективности процессов очистки воды применяется ее реагентная обработка (коагулирование и подщелачивание).

В состав оборудования, обеспечивающего очистку и дезинфекцию циркулирующей воды, входят:

- устройства для удаления случайно попавших предметов и крупных загрязнений (предварительная очистка);
- установки для удаления высокодисперсных примесей, обуславливающих мутность и цветность воды (глубокая очистка);

- установки для обеззараживания воды;
- установки дозирования реагентов (при коагулировании и подщелачивании);
- циркуляционные насосы, обеспечивающие водообмен;
- установки для подогрева циркулирующей воды;
- контрольно-измерительные приборы и системы автоматического управления.

Крупные загрязнения и предметы (листья, шапочки и т.п.), случайно оказавшиеся в ванне, задерживаются решетками, установленными на выпусках из ванны. Диаметр отверстий решетки принят равным 10-12 мм, согласно рекомендациям [5].

Для извлечения из циркулирующей воды более мелких загрязнений (волос и т.п.) на всасывающей линии рециркуляционного трубопровода непосредственно за выпусками из ванны установлены сетчатые и зернистые префильтры с механической или гидравлической очисткой. Как показал опыт эксплуатации, применение префильтров позволяет значительно увеличить эффект глубокой очистки циркулирующей воды на скорых фильтрах и продолжительность их межпромывочного периода.

В результате повседневной эксплуатации вода загрязняется грубо- и тонкодисперсными механическими примесями, а также коллоидно-растворёнными веществами, увеличивающими её мутность и цветность. Для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания циркулирующей воды путём многократного пропуска её через водоочистные установки использовано коагулирование.

Коагулянтом является сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. При введении в воду происходит гидролиз соли с выпадением в осадок гидроксида оксида алюминия и образование ионов водорода, которые препятствуют дальнейшему протеканию процесса гидролиза. Нейтрализация ионов водорода происходит вследствие наличия в воде гидрокарбонатных ионов, обуславливающих естественную щёлочность воды.

Для автоматизации дозирования химических реагентов в бассейн используют специальное дозирующее оборудование. Существуют готовые комплексные решения по измерению и дозированию химических реагентов в бассейн - автоматические станции дозирования и контроля реагентов для плавательных бассейнов.

Так как для обеспечения безупречного качества воды в бассейне требуется использование комплексной обработки: дезинфекция, регулировка pH, коагулирование и защита от водорослей, рекомендуется применять автоматическое дозирование. Автоматические станции дозирования и контроля реагентов постоянно измеряют содержание дезинфицирующего вещества и уровень pH, и при необходимости корректируют их, а также сокращают расход реагентов, поддерживая их дозирование на минимально необходимом уровне.

На первом этапе водоподготовки предусматривается фильтрование (с предварительным коагулированием). Наиболее распространёнными в практике очистки воды плавательных бассейнов во всех странах мира являются песчаные фильтры. Для гибкости и удобства настройки режима фильтрации принимаются как мини-

мум два фильтра, - тогда профилактические работы можно проводить, не прерывая процесс очистки воды.

Промывка фильтра производится при отсутствии купающихся в чаше бассейна и эта процедура несовместима с процессом активной дезинфицирующей обработки воды. Обычно промывка проводится в режиме, когда в промываемый фильтр снизу закачивается вода, только что очищенная через другой фильтр, работающий в нормальном режиме.

Обеззараживание воды, подаваемой в ванны плавательных бассейнов, является обязательным [3]. Это гарантирует защиту от грибковых, вирусных, бактериальных и паразитных заболеваний, передаваемых через воду, а также исключает возможность вредного влияния химического состава воды на организм человека.

Для обеззараживания воды бассейна используется комбинированный метод (хлорирование и озонирование).

Тепловой режим бассейна неразрывно связан с режимом вентиляции помещения. Показатели температуры и влажности воздуха в помещениях с бассейном – это важнейший элемент контроля по двум причинам. Первая – это комфорт, а вторая – снижение эксплуатационных расходов.

При централизованном горячем водоснабжении вода в ванне бассейна подогревается при помощи водоводяных теплообменников QTW 100 различных мощностей. Теплообменники рассчитываются исходя из необходимости достижения скорости нагрева воды в бассейне на 1 °С не быстрее, чем в течение 4 часов. Такая низкая скорость подогрева связана с учётом коэффициентов теплового расширения материалов, из которых сделаны чаши бассейна, трубопроводы, фильтры и другие элементы системы. При таком бережном подогреве обеспечивается долговечность системы в целом.

Необходимым дополнительным оборудованием при установке теплообменника является электромагнитный клапан и циркуляционный насос, который включается одновременно с электромагнитным клапаном по команде от термостата. Обязательно наличие обратного клапана на обратной трубе контура отопления во избежание естественной циркуляции теплоносителя. Управление теплообменника автоматическое, через блок управления.

Выводы по главе четыре

В данной главе были рассмотрена технологическая схема подготовки воды для хозяйственно-питьевых нужд населения и технологических нужд котельной, а также технологическая схема водоподготовки бассейна под открытым небом.

Схема водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд населения посёлка "Европа" включает установку по обезжелезиванию и умягчению воды, ультрафиолетовые стерилизаторы для обеззараживания, вода для технологических нужд котельной проходит дополнительный узел умягчения.

Водоподготовка бассейна включает стадию предварительной очистки, очистку на механических префильтрах. Для интенсификации процессов осветления ис-

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

пользуется предварительное коагулирование. Обеззараживание воды производим комбинированным методом с применением хлорирования и озонирования.

5 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И НУЖД КОТЕЛЬНОЙ

5.1. Расчет водопотребления

В поселке Европа проживает 275 жителей. Суточная норма расхода для малых населенных мест и составляет 150 л/сут. Таким образом расход воды на хозяйственно-питьевые нужды составит (в том числе расход на горячее водоснабжение):

$$Q_{\text{сут.хоз.пит.}} = \frac{275 \text{ чел} \cdot 150 \text{ л/сут}}{1000} = 42 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход на полив вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов составляет 0,5 л/м². Площадь покрытий 1 га. Таким образом расход воды на полив покрытий и тротуаров составит:

$$Q_{\text{сут.пол.трот.}} = \frac{1 \text{ га} \cdot 0,5 \text{ л/м}^2 \cdot 10000}{1000} = 5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на полив зеленых насаждений составляет 4л/м². Площадь озеленения застройки 2 га. Примерно 1 га составляют поля поглощения, полив которых не предусматривается. Так как площадь озеленения в жилом комплексе большая, полив всей территории будет осуществляться за 2 поливки в разные дни. Таким образом расход воды на полив зеленых насаждений составит:

$$Q_{\text{сут.пол.зел.}} = \frac{1 \text{ га} \cdot 4 \text{ л/м}^2 \cdot 10000}{1000 \cdot 2} = 20 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для расчета расхода воды на технологические нужды автомойки примем автомойку на два поста. Посещаемость автомойки составляет 20 машин в день. Автомойка работает 15 часов в сутки, мытье одной машины составляет 30 минут. Расход воды на одну машину примем 400л, тогда в час автомойка расходует 1600 л, соответственно. Также необходимо учесть расход на мытье пола и стен помещения автомойки. Итого примем максимальный расход на мойку 2-ух машин одновременно 2 м³/ч, суточный расход составит:

$$Q_{\text{авт.}} = 2 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 15 = 30 \text{ м}^3/\text{сут}$$

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Так как технологические нужды автомойки на 20% обеспечиваются возвратом в оборот промывных вод сооружений водоподготовки, расход воды составит:

$$Q_{авт.} = 30 \text{ м}^3 / \text{сут} \cdot 0,8 = 24 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Подпиточный расход бассейна составляет 5% от объема ванны (84 м^3), из расчета работы бассейна 14 часов составит $4,2 \text{ м}^3 / \text{сут}$.

Общий расход водопотребления поселка "Европа" составит:

$$Q_{сут.} = Q_{сут.хоз.пит.} + Q_{сут.пол.трот.} + Q_{сут.пол.зел.} + Q_{авт.} + Q_{басс}$$

$$Q_{сут.} = 42 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} + 5 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} + 20 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} + 24 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} + 4,2 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} = 95,2 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

5.2 Подбор установки водоподготовки

Для водоподготовки в проекте предложена установка очистки воды, разработанная ООО «Локальные Инженерные Системы» с применением кавитационного метода подготовки воды для питьевых нужд.

Установка подобрана по расходу 100 м^3 , с учетом перспективы развития поселка.

Установка конструктивно выполнена в виде отдельных блоков. Исходная вода попадает в циркуляционно-подпиточную емкость. В циркуляционно-подпиточной емкости происходит выравнивание уровня и давления поступившей воды до расчетного рабочего давления, регулирование необходимого суммарного поступления объема воды, первичная деаэрация. Также из воды удаляются крупнодисперсные и мелкодисперсные примеси, вода насыщается кислородом.

Далее вода подается в гидродинамический генератор с расчетной скоростью потока и под определенным давлением. В генераторе возникают и развиваются процессы кавитации, происходит первичный переход растворенных в воде веществ в нерастворимые, а также происходит частичное обеззараживание воды.

Гидродинамический генератор представляет собой аппарат, в котором происходит обильное насыщение очищаемой воды кислородом из воздуха при помощи эжекторов, а также создаются необходимые условия для возникновения кавитационного потока.

Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости при увеличении её скорости (гидродинамическая кавитация). Физический процесс кавитации близок процессу закипания жидкости. Основное различие между ними заключается в том, что при закипании изменение фазового состояния жидкости происходит при среднем по объёму жидкости давлении, равном давлению насыщенного пара, тогда как при кавитации среднее давление жидкости выше давления насыщенного пара, а падение давления носит локальный характер. Благодаря

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

этому большинство веществ, находящихся в растворимой форме в очищаемой воде переходит в нерастворимую форму (подобно эффекту кипячения), происходит частичное обеззараживание воды. Благодаря обильному насыщению кислородом происходит окисление металлов, содержащихся в воде.

Часть воды поступает в насос рециркуляции. Насос обеспечивает процесс флотации в циркуляционно-подпиточной емкости, а также обеспечивает многократную рециркуляцию воды и обильное насыщение кислородом.

Из генератора вода поступает в коагулятор на дальнейшую очистку, где происходит хлопьеобразование.

Коагулятор представляет собой емкость с рядом технологических перегородок и переливов, где завершается коагуляция с образованием видимых невооруженным глазом агрегатов - хлопьев и отделением их от жидкой среды.

Коагулятор не подвергается систематической промывке (за исключением случаев проведения профилактических и ремонтных работ), что способствует гораздо более быстрому оседанию мельчайших коллоидных и диспергированных частиц на хлопьях содержащихся в объеме коагулятора, сокращая время протекания процесса коагуляции и способствуя более эффективной очистке воды.

Из коагулятора вода подается в сборник осадков. Образовавшиеся нерастворимые вещества в виде «хлопьев», оседают в нижней части сборника осадка и затем удаляются. В серединной части сборника осадка находится отбойник, препятствующий попаданию «хлопьев» к потребителю.

Сборник осадка представляет собой осветлительный фильтр с засыпкой из кварцевого песка различной фракции. Очищаемая вода подается снизу вверх, это способствует задерживанию хлопьев, образовавшихся в коагуляторе за счет гравитации благодаря застреванию частиц в промежутках засыпки. Более того, эффективность осаждения частиц возрастает по мере заполнения пространств между частицами засыпки, т. к. это способствует задержанию более мелких коллоидных и диспергированных частиц, не достигших необходимого размера в процессе коагуляции. По мере заполнения сборник осадка подвергается обратной промывке чистой водой. Частоту промывок возможно рассчитать массовым методом, зная содержание примесей в очищаемой воде и в воде после очистки, а также при помощи приборов, задав критический уровень понижения давления на выходе воды из сборника осадка по сравнению с давлением на входе.

Очищенная вода, предназначенная для хозяйственно-питьевых целей, насосной станцией через ультрафиолетовые стерилизаторы подается к потребителю.[3]

Работа всех технологических узлов установки полностью автоматизирована. Система автоматики состоит из автономных блоков управления технологическим процессом. Блоки управления располагаются в непосредственной близости от установки и оснащаются сигнализацией, реле управления. Блок автоматики позволяют включать/выключать оборудование, а также контролировать его работу.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Выводы по главе пять

В данной главе проведен расчет водопотребления основных групп потребителей посёлка "Европа". Также подобрана установка водоподготовки, принцип действия которой основан на методе кавитации.

6 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНА ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ

6.1 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации

Фильтровальная группа предлагается исходя из расчетных параметров системы циркуляции.

Объем воды, проходящий через фильтр, рассчитывается по формуле:

$$Q_{ц} = V / T,$$

где $Q_{ц}$ – циркуляционный расход фильтра, $м^3/ч$

T – период полного водообмена, ч

Для бассейна под открытым небом период полного водообмена составляет 6 часов.

$$Q_{ц} = \frac{84м^3}{6ч} = 14м^3/ч$$

Согласно пропускной способности 20 чел/ч принимаем рециркуляционный расход $16 м^3 /ч$.

Для надежности системы очистки бассейновой воды и из условия работы насоса фильтровальной установки (время работы насоса 12 часов в сутки, время полного водообмена по [3] принимаем 6 часов). Подбираем фильтр «Novum Brilliant 21», $21 м^3 /ч$ диаметром 750 мм и высотой 945 мм, с площадью фильтрации $0,44 м^2$, загрузка 290 кг, фракция 0,5-1,0.

К фильтру подбираем 2 насоса Swimmeу-24, $16 м^3 /ч$, $N=1,25$ кВт которые работают попеременно в автоматическом режиме. Производительность фильтровальных установок регулируется в пределах $16-21 м^3/ч$ при пуско-наладочных работах. Данное оборудование представлено на листе 9 графической части.

6.2 Системы циркуляции и очистки воды

Бассейн предназначен для проведения купальных и оздоровительных мероприятий.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Вода по переливному лотку, расположенному по периметру чаши бассейна самотеком поступает в переливную емкость, затем забирается насосом фильтровальной установки. После фильтрации, подогрева и дезинфекции вода подается в бассейн через форсунки, расположенные в стенах бассейна.

Подпитка свежей водой в таких бассейнах происходит через автоматический регулятор уровня. Опорожнение бассейна осуществляется через донный сток.

Очистка дна и стен бассейна осуществляется через фильтровальную установку и насос, с помощью щетки и шланга, присоединенных к специальной дюзе в стене бассейна.

Нормы предписывают очистку дна бассейна минимум 2 раза в неделю, а стен бассейна минимум 1 раз в 2 недели.

6.3 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода

Потери по длине потока определяются по формуле:

$$h_{дл} = \frac{\lambda L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g},$$

где λ – коэффициент гидравлического трения при течении воды,

L – длина трубопровода, м

d – диаметр трубопровода, мм

v – скорость течения, принятая 1,5 м/с

g – ускорение свободного падения, м/с²

Расчет потерь по длине и местных потерь определим с помощью таблиц [8].

Таблица 3 – Гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна под открытым небом 12×5 м

Участок, м	Диаметр, мм	Расход, л/с	Скорость, м/с	1000i	Потери по длине, м
L-16 м	90	2,4	1,10	31,3	0,5
L-20 м	63	10,3	1,10	20,0	0,4
Потери на водонагревателе, м					0,5
Потери на озонаторе, м					0,5
Потери на фильтре, м					0,5
Итого на всем участке, м					2,4
Всего с учетом местным потерь, м					3,12

Для расчета потерь по длине берем расстояние от насоса до самой удаленной форсунки. При расчете длинных трубопроводов местные сопротивления много меньше чем потери по длине, поэтому местными потерями можно пренебречь, но для большей надежности местные потери можно приближенно учесть, приняв расчетную длину трубопровода на 10% больше фактической или принять местные потери 30% от потерь по длине.

Напор насоса рассчитываем по формуле:

$$H_p = H_{\text{геом}} + \sum H_{\text{totl}} + H_f + H_g,$$

где $H_{\text{геом}}$ – геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса до коллектора, 0,4м;

H_{totl} – сумма потерь напора (потери по длине и местные потери), 3,12м;

H_f – свободный напор, 1,4м (максимальная глубина бассейна для обеспечения прохождения потока через толщу воды);

H_g – наименьший гарантированный напор в сети, 2м

$$H_p = 0,4 + 3,12 + 1,4 - 2 = 2,92 \text{ м}$$

Параметры принятого насоса: $q=16 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=8\text{м}$

Для подбора насосов за расчетные величины принят расход, учтен напор и время работы насосов.

Фильтр имеет проходы для подключения шестипозиционного клапана и герметичное отверстие для сервисного обслуживания.

При помощи 6-ти позиционного клапана проводятся различные режимы работы фильтровальной группы.

Со временем из-за накопления загрязнений в толще загрузки, существенно возрастает сопротивление потоку. Вследствие чего возрастает показание манометра и падает производительность. Если давление возрастает на 0,2 – 0,4 бар выше давления на выходе, то необходимо произвести обратную промывку. Также, вне зависимости от отклонений, необходимо раз в неделю проводить обратную промывку.

Обратная промывка активируется с помощью соответствующей настройки многоходового вентиля. Вода в многоходовом вентиле направляется таким образом, что протекает через нижнее распределительное устройство и попадает в фильтрующий бак. При этом происходит трение различных фильтровальных слоёв друг о друга, и тем самым вымываются частицы загрязнения. Так как частицы загрязнения легче, чем частицы фильтрующего материала, то они проходят через верхнее распределительное устройство и многоходовой вентиль и сбрасываются в канализацию.

Продолжительность промывки составляет 5 – 7 минут. Кроме того, после каждой обратной промывки производится очищающая промывка для удаления оседающих частиц на нижнем распределительном устройстве (износ от фильтровального материала). Продолжительность очищающей промывки 2 – 3 минуты.

6.4 Водозабор

Забор воды на циркуляцию происходит путем вытеснения воды в переливной лоток, который расположен по всему периметру бассейна. В переливном лотке располагаются 17 сливных элементов, которые обеспечивают попадание воды в трубу лотка, затем вода поступает самотеком в переливную емкость. Ширина лотка принимается 200 мм для обеспечения самотека. Данное оборудование представлено на листе 9 графической части.

6.5 Переливная емкость

Переливная емкость определяется как 5-10% от емкости воды в бассейне, для данного бассейна необходим бак объемом 5 м³.

Габариты бака:

- 5 м³ длина-2500мм; ширина-2000 мм; h-1500мм;

Бак представляет собой железобетонный резервуар пристроенный к ванне бассейна. Загрязненные воды после промывки фильтровальной установки поступают в накопительный резервуар локальных очистных сооружений автомойки, с разрывом струи. Данное сооружение представлено на листе 9 графической части.

6.6 Донный слив

Донный слив необходим для опорожнения бассейна. Необходим 1 донный слив для обеспечения опорожнения бассейна в течении 12 часов.

Для обеспечения необходимой пропускной способности диаметр трубопровода должен быть не менее 63мм. Данное оборудование представлено на листе 5 графической части.

Устанавливаются донники в глубокой (по уклону) части бассейна.

6.7 Форсунки подачи воды

Пропускная способность одной форсунки 2,2-7 м³/ч, при производительности фильтра – 16 м³/ч и учета обеспечения отсутствия «мертвых зон» необходимое количество для равномерности распределения потока воды, принимаем - 9шт. Форсунки имеют возможность регулирования своей пропускной способности и регулирования потока воды ко дну и поверхности бассейна. Данное оборудование представлено на листе 9 графической части.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

6.8 Обвязка трубопроводами чаши

Все трубопроводы выполнены из напорного ПВХ по склеиваемой стыковой технологии. Устройства забора воды имеют скорость потока не более 0,5 м/с, устройства подачи воды имеют скорость потока не более 2-3 м/с, скорость потока в трубопроводах от 1,0 до 2,5 м/с. Данное оборудование представлено на листах 5, 6 графической части.

6.9 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды

Для нагрева воды бассейна используется проточный водо-водяной теплообменник QWT100-70.

Общая производительность нагревателя рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_s = (V \cdot C (t_b - t_k) / Z_a) + Z_u \cdot S,$$

где Q_s – производительность теплонагревателя

V – объем бассейна, л

C – специфическая мощность воды, равная 1,163 Вт/кг

t_b – температура воды в бассейне

t_k – температура заполняемой воды (подпитки)

Z_a – время, требующееся для нагрева воды до определенной температуры в часах

Z_u – добавочный фактор на потерю тепла во время нагрева воды для бассейнов без теплосберегающего покрытия, для бассейна под открытым небом равен 1000 Вт/м².

$$Q_s = (84000 \cdot 1,163 \cdot 35) / 48 + 1000 \cdot 60 = 1312337 \text{ Вт}$$

Принято два теплообменника 70,0 кВт. Первичный нагрев составит примерно 50 часов. Данное оборудование представлено на листе 9 графической части.

До и после теплообменника предусматривается запорную арматуру. Теплообменник устанавливается ниже напорной линии, чтобы не образовывались воздушные подушки. Дозирование химических реагентов производится после теплообменника. Циркуляционный насос теплообменника включается в работу только во время работы фильтровальной установки.

6.10 Расчёт дозы и требуемого количества реагентов

В качестве коагулянта для всех систем принимаем СТХ-44 (на основе полиоксихлорид алюминия). Содержание Al_2O_3 – 20,0 %. Коагулянт поставляется в жидком виде в полиэтиленовых канистрах по 20 л.

Коагулянт обладает высокой скоростью воагуляции хорошо перемешивается благодаря своей консистенции, не подвержен влиянию низких температур, не зависит от уровня pH. Также коагулянт устраняет из воды ионы металлов (железо,

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

марганец) и органические соединения, понижает содержание алюминия, улучшает бактериологическое состояние воды.

Рекомендуемая производителем доза коагулянта для очистки вод общественного бассейна составляет 0,1 – 0,5 мл на м³. Тогда часовой расход коагулянта определяется по формуле:

$$W_{\text{час}} = Q_{\text{час}} \cdot D_A,$$

где $Q_{\text{час}}$ – расход воды, м³/ч;

D_A – максимальная доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, мг/л;

Для бассейна под открытым небом 12м × 5 м:

$$W_A = 16 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,5 \text{ мл}/\text{м}^3 = 8,0 \text{ мл}/\text{ч} \text{ или } 0,192 \text{ л}/\text{сут}$$

Дозу подщелачивающего реагента определяем по формуле:

$$D_{\text{щ}} = K_{\text{щ}} (D_{\text{к}} / e_{\text{к}} - \text{Щ}_0) + 1,$$

где $K_{\text{щ}}$ – коэффициент, равный для извести (по CaO) – 28, для соды (по Na₂CO₃) – 53;

$D_{\text{к}}$ – максимальная в период подщелачивания доза безводного коагулянта, мг/л;

$e_{\text{к}}$ – эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг-экв/л, принимаем для СТХ равной 60;

Щ_0 – минимальная щелочность воды, мг-экв/л.

$$D_{\text{щ}} = 28 (0,5 / 60 - 5,0) + 1 = -140,72 \text{ мг}/\text{л}$$

Значение $D_{\text{щ}}$ получилось отрицательным, следовательно, подщелачивать воду не требуется.

Для обеззараживания воды принимаем комбинированный метод: обеззараживание озоном вместе с хлорированием гипохлоритом натрия. Комбинированные методы позволяют значительно сократить расход реагентов, понизить дозу остаточного хлора до 0,3 мг/л, и, следовательно, улучшить качество воды.

Согласно нормам при обеззараживании воды бассейна гипохлоритами следует принимать дозу до 1 мг/л.

Применим раствор гипохлорита натрия СТХ-161, производство Испания.

Гипохлорит натрия поставляется в виде раствора, готового к употреблению. Гипохлорит натрия содержит 208 г/л активного хлора. Поставляется в виде сиропообразного раствора в специальных баках по 20 л.

Ввод обеззараживающих реагентов осуществляется после нагревательных установок.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Рабочая доза обеззараживающего реагента определяется опытным путём из расчёта постоянного поддержания его остаточной концентрации 0,5 мг/л и 0,3 мг/л для комбинированных методов обеззараживания. Ориентировочно принимаем дозу при комбинированном методе обеззараживания 0,5 мг/л. Необходимый часовой расход активного хлора определяем по формуле:

$$Q_{Cl} = Q_{\text{час}} \cdot D_{Cl} / 1000,$$

где $Q_{\text{час}}$ – расход обеззараживаемой воды, м³/ч;

D_{Cl} – расчетная доза активного хлора в г/м³

Для четвертой системы часовой расход активного хлора равен:

$$Q_{Cl} = 16 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,5 \text{ мг/л} / 1000 = 0,008 \text{ кг/ч или } 8 \text{ г/ч},$$

Время, на которое заготавливают раствор гипохлорита натрия принимаем равным 24 ч. Это составит 192 г активного хлора, а значит 0,92 л готового сиропообразного раствора гипохлорита натрия (т.к. содержание активного хлора в растворе гипохлорита натрия 208 г/л).

6.11 Расчёт насосов-дозаторов

Ввод реагентов в системы осуществляется с помощью дозирующих установок. Требуется четыре дозирующие установки: для дозирования подщелачивающего реагента, подкисляющего реагента, коагулянта и дозирования гипохлорита натрия. Каждая дозирующая установка оснащена системой контроля уровня воды в канистре с реагентом. В состав установки входит: дозирующий насос, всасывающая трубка, дозирующий шланг. При отсутствии реагента в канистре автоматически выключается дозирующий насос и на устройстве управления загорается соответствующая сигнальная лампа. Помимо этого дозатор имеет функцию автоматического удаления воздуха из мембраны и всасывающей трубки.

Для точного дозирования применяется вентиль поддержания постоянного давления в напорной дозирующей трубке. Это значит, что в случае образования вакуума в напорном трубопроводе, реагент не будет вытекать самотеком в данный трубопровод.

При выключении фильтровальных установок или при включении их на промывку система дезинфекции выключается автоматически. Включение происходит автоматически при включении фильтровальных установок в режим фильтрации.

Для дозирования принимаем дозирующие насосы Novum 5. Расход подаваемого реагента зависит от противодавления системы, т.е. устанавливается требуемая производительность с помощью потенциометра.

Для дозирования гипохлорита натрия, реагентов регулировки pH и коагулянта выставляются свои производительности насосов для каждой системы.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

6.12 Подбор установок озонирования

Озонирующие установки серии «Озон-ПВ» предназначены для обеззараживания и химической очистки воды плавательных бассейнов.

Озонирующие установки «Озон-ПВ» подключаются к циркуляционному трубопроводу после фильтров, системы нагрева на обводной линии (основная схема). Для данной схемы подключения противодавление в точке выхода ОУ не должно превышать значений, указанных в технических данных на озонирующую установку. Для снижения динамических потерь давления необходимо выполнение условий: диаметр труб и арматуры должен обеспечивать скорость воды не более 1,5 м/с (локально до 2,0 м/с) при максимальной циркуляции; количество впускных форсунок должно быть выбрано с учетом их номинальной пропускной способности; устройства, создающие дополнительный перепад давления (обратные клапана, расходомеры и т.п.) должны быть установлены до ОУ.

В бассейнах переливного типа при условиях, что объем компенсационной емкости не менее 5% от объема бассейна, а переливной расход не менее 75% от оборотного расхода допускается подключение ОУ к компенсационной емкости по циркуляционной схеме: емкость – вход ОУ (вход насоса ОУ) – выход ОУ - емкость. Точки забора и возврата воды в этом случае определяются из условия хорошего смешения озонированной части воды и воды, поступающей из переливных лотков.

Озонирующие установки «Озон-ПВ» работают следующим образом: озонируемая часть воды при помощи насоса ОУ забирается из циркуляционного трубопровода (или из компенсационной емкости) и под необходимым напором в требуемом количестве подается на вход газожидкостного эжектора. Одновременно при этом в эжекторе возникает разрежение и в его газовую линию начинает подсасываться озono-воздушная смесь (ОВС). ОВС вырабатывается в озонаторах из кислорода, содержащегося в предварительно осушенном атмосферном воздухе. Осушка газа до точки росы не менее минус 30°С осуществляется в осушителе воздуха, который автоматически регенерируется путем нагрева. В ОУ «Озон-ПВ-ВБ» осушка воздуха выполняется в осушителе безнагревного типа до точки росы не менее минус 50 °С.

Озонирующие установки Озон-ПВ-ВБ комплектуются системой воздухоподготовки на базе осушителя с безнагревной регенерацией, обеспечивающей точку росы в диапазоне -50...-800 оС и озонаторами с повышенной концентрацией озона. Для работы Озон-ПВ-ВБ необходим компрессор винтового типа. Требования к компрессору: рабочее давление 5-8 бар; производительность не менее 550 л/мин; ресивер 270 или 500 литров; содержание масла в воздухе не более 3 мг/м³.

Озонаторные установки подбираются исходя из расхода воды, проходящей через них. Технические характеристики установки озонирования для бассейна под открытым небом:

- расход воды - 16м³/ч
- производительность по озону до 35 г/ч

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

- объем бассейна - 80-140 м³
- мощность 2,5 кВт

Принимаем 2 установки «Озон-40ПВ-2Б-12С».

6.13 Расчет основных показателей по опорожнению бассейна и промывным водам водоподготовки

Мутность подготовленной воды 0,5 мг/л, а мутность воды в ванне бассейна не более 2 мг/л. На фильтре задерживаются взвешенные вещества в расчете 1,5 мг/л. Так как посещение бассейнов посетителями неравномерное, из опыта эксплуатации следует, что концентрация взвешенных веществ в ванне бассейнов составляет 0,9 мг/л. Соответственно на фильтрах задерживаются взвешенные вещества концентрацией 0,4 мг/л.

При промывке расходуется 2,2 м³ воды, концентрация загрязнений в промывной воде составляет 486,8 мг/л.

Пересчитаем концентрацию взвешенных веществ с учетом добавленного коагулянта по формуле:

$$C_b = M + K_k D_k + 0,25Ц + B_n,$$

где М — количество взвешенных веществ в исходной воде, г/м³ (принимается равным мутности воды);

Дк — доза коагулянта по безводному продукту, г/м³;

К_к — коэффициент, принимаемый для очищенного сернокислого алюминия — 0,5, для нефелинового коагулянта — 1,2, для хлорного железа — 0,7;

Ц — цветность исходной воды, град;

В_н — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м³,

$$C_b = 486,8 + 0,5 \times 0,5 + 0,25 \times 20 = 492,05 \text{ мг / л}$$

При промывке также выносятся материал загрузки. Необходимо подсыпать в фильтр новую загрузку в расчете 10% в год. В год фильтр промывается 53 раза.

Промывные воды от фильтра рекомендуем отводить на локальные очистные сооружения автомойки с разрывом струи. Так же очищенную воду на очистных автомойки можно использовать для уборки территории и технические нужды поселка.

Выводы по главе шесть

В данной главе была разработана технологическая схема бассейна под открытым небом переливного типа. Подобрано основное оборудование для фильтрации, обеззараживания, реагентной обработки и нагрева воды

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

7 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

7.1 Характеристика объекта

Объектом строительства является бассейн под открытым небом 12×5 м, конструктивно-строительная характеристика которого представлена в таблице 4.

В дипломном проекте рассматриваются следующие строительные работы: разработка грунта в котловане, устройство и разборка опалубки днища и бортиков, бетонирование.

Таблица 4 - Конструктивно – строительная характеристика оздоровительного бассейна и его основные технологические требования

Характеристика	Значение
1. Назначение бассейна	Спортивно-оздоровительный
2. Гидравлика бассейна	С переливным желобом
3. Тип покрытия	Бетон с плиточным покрытием
4. Площадь зеркала воды	60 м ²
5. Периметр	34 м
6. Глубина	1,4 м
7. Объем воды	84 м ³

7.2 Земляные работы

Первым этапом основного периода строительства являются земляные работы.

Земляные работы включают:

- срезку, транспортировку и укладку в штабели растительного слоя грунта;
- выемку грунта экскаватором для устройства котлована под фундамент бассейна с погрузкой грунта в самосвалы;
- обратную засыпку грунта бульдозерами.

7.3 Технология бетонирования бассейна

Ванны бассейнов должны опираться на подготовленную основу или колонны, ленточный фундамент [1]. В данном проекте дно чаши расположено на отметке -1,400 на бетонной стяжке из монолитного бетона класса прочности В15 толщиной 0,15 м, которая располагается на подготовленном основании в виде песчаной подушки толщиной 0,3м. На отметке -2.100 расположено техническое помещение. Чаша бассейна изготавливается из монолитного бетона, класса прочности не ниже В30, водонепроницаемости не ниже W4 [5].

Во избежание проникновения атмосферных вод под дно бассейна, устраиваем дренажную систему, которая представляет собой траншею заполненную щебнем.

Первым этапом бетонирования является установка опалубки бетонной стяжки, на которую в последующем будет опираться дно бассейна.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Затем следует армирование стяжки арматурой класса АІ, ІІІ, коррозионно-стойкую. После производится укладка бетонной смеси.

Вторым этапом бетонирования при таких начальных условиях является установка опалубки днища. На этом этапе необходимо учесть размещение закладных элементов, установив их до заливки бетона. Затем следует армирование дна чаши, для этого используется арматура класса АІ, ІІІ, коррозионно-стойкую. При армировании каркаса стен бассейна следует применять арматурные фиксаторы и подставки, которые фиксируют арматурные сетки в проектном положении и обеспечивают защитный слой арматуры 35мм. Обвязка арматурой стен чаши бассейна должна выполняться согласно проекту с учетом штроб и ниш под закладные элементы.

Рекомендуется производить заливку бетона всей чаши бассейна за один прием, но это не всегда возможно, например, при больших размерах бассейна, сложной форме, при устройстве переливного бассейна и т.д. В таких случаях, бетон заливают в несколько этапов. Производим бетонирование в два приема: сначала дно, затем установка арматуры и закладных деталей для бортов бассейна и их бетонирование. Таким образом, образуются, так называемые «холодные швы» то есть граница между двумя слоями бетона.

После бетонирования выполняются отделочные, гидроизоляционные работы, гидравлические испытания.

7.4 Определение объёмов работ

Площадь боковой поверхности чаши бассейна, подвергаемая отделке определяется по формуле:

$$F = P \cdot h_{\text{ср}},$$

где P – периметр ванны бассейна, м;

$h_{\text{ср}}$ – средняя глубина ванны бассейна, м.

Для спортивно-оздоровительного бассейна площадь обрабатываемой боковой поверхности составит

$$F_{\text{тр.ст.}} = 34 \cdot 1,4 = 47,6 \text{ м}^2.$$

Площадь дна бассейна составляет 60 м². Общая площадь составит:

$$F = 47,6 + 60 = 107,6 \text{ м}^2.$$

Определение трудоемкости работ

Трудоёмкость работ определяем по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot H_{\text{вр}} \cdot V}{C},$$

$K_{\text{уср}}$ – повышающий коэффициент, связанный с увеличением затрат труда в зимний период, принимаем равным 1, так как считаем, что работа производится в летнее время;

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

$N_{вр}$ – норма времени, чел·ч;

V – объём работ;

C – продолжительность смены, принимаем $C=8ч$.

Результаты расчёта сведены в таблицу 5.

Таблица 5 - Определение трудоемкости работ

Обоснование, ГЭСН	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Трудоемкость чел. -см.
1	2	3	4	5	6
01-01-030-07	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 кВт (108 л.с.) группа грунтов 3	1000 м ³	0,015	8,53	0,016
01-01-013-09	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 м ³ группа грунтов 3	1000 м ³	0,275	14,96	0,51
01-01-033-06	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 79 кВт (108 л.с.)	1000 м ³	0,0294	4,76	0,017
01-02-005-02	Уплотнение грунта пневмотрамбовками группа грунта 3	100 м ³	0,294	14,96	0,55
06-01-087-02	Монтаж и демонтаж опалубки бетонной подушки	10 м ²	0,63	6,50	0,51
06-01-092-04	Установка арматуры в бетонную подушку массой одного элемента до 20 кг	1 т	0,49	8,60	0,52
13-03-002-09	Антикоррозионная обработка арматуры лакокрасочными изделиями	100 м ²	0,34	3,92	0,16
06-01-091-07	Бетонирование подушки с помощью бетононасоса в опалубке толщиной до 20 см	10 м ²	9,8	3,03	3,71
06-01-087-02	Монтаж и демонтаж опалубки днища	10 м ²	1,02	6,50	0,83

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Продолжение таблицы 5

Обоснование, ГЭСН	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Трудо-емкость чел. -см.
1	2	3	4	5	6
06-01-087-01	Монтаж и демонтаж опалубки бортиков	10 м ²	4,76	16,61	9,88
06-01-092-02	Установка арматуры в днище массой одного элемента до 50 кг	1 т	0,30	21,92	0,82
06-01-092-02	Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг	1 т	1,05	21,92	2,88
06-01-092-11	Установка закладных деталей при массе элементов до 5 кг	1 т	0,05	90,61	0,56
13-03-002-09	Антикоррозионная обработка арматуры лакокрасочными изделиями	100 м ²	0,37	3,92	0,18
16-04-002-05	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 50 мм	100 м	0,25	141,52	4,42
16-04-002-06	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 63 мм	100 м	0,46	141,52	8,13
16-04-002-08	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 90 мм	100 м	0,09	145	1,63
06-01-092-02	Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг	1 т	1,05	21,92	2,88
16-04-002-09	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 110 мм	100 м	0,31	128,76	4,98
16-07-005-01	Гидравлическое испытание систем отопления, водопровода и горячего водоснабжения диаметром до 50 мм	100 м	0,25	5,01	0,15
16-07-005-02	Гидравлическое испытание систем отопления, водопровода и горячего водоснабжения	100 м	0,86	5,01	0,54

Окончание таблицы 5

Обоснование, ГЭСН	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Трудо-емкость чел. -см.
1	2	3	4	5	6
06-01-091-08	Бетонирование днища с помощью бетононасоса в опалубке толщиной свыше 20 см	10 м ²	6,0	3,03	2,69
06-01-090-11	Бетонирование бортиков с бетононасоса толщиной до 30 см	10 м ²	4,76	4,89	2,9
41-01-009-02	Окрасочная изоляция вертикальной бетонной поверхности полимерными материалами в три слоя основного лака	100 м ²	0,476	91,12	5,42
06-01-068-1	Устройство деформационных швов	100 м	0,34	81,76	3,47
15-01-016-02	Наружная облицовка по бетонной поверхности керамическими отдельными плитками на цементном растворе стен	100 м ²	1,47	307,8	56,55
06-01-071-01	Испытание емкостей на водонепроницаемость	100 м ³	0,84	7,87	0,82
01-01-033-06	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 79 кВт (108 л.с.)	1000 м ³	0,092	4,76	0,054
06-01-071-02	Дезинфекция емкостей для питьевой воды	100 м ³	0,84	16,5	1,73

7.5 Расчет графика производства работ

Продолжительность работ определяется по формуле

$$П = \frac{T}{m \cdot n},$$

где П – продолжительность работ, см;

T – трудоемкость работ, чел-см;

m – количество рабочих, необходимых для выполнения определенного вида работ, чел;

n – количество смен в одном рабочем дне (n=1).

Нормативную производительность округляют до целого числа смен в меньшую сторону, при этом должно выполняться условие, что значение коэффициента перевыполнения плана, определяемого по формуле, находится в пределах от 1 до 1,25.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

$$K_{пер} = \frac{n_{норм}}{n_{проект}}$$

где $n_{норм}$ – нормативная продолжительность, см;

$n_{проект}$ – проектная продолжительность, см.

Разбиваем объект строительства на две захватки. Захватка – это часть объекта, предназначенная для поточного производства работ с примерно повторяющимися составом и объемом работ.

Движение рабочих и установка опалубки разрешается при наборе прочности бетона 1,5 МПа. Зная класс бетона, температуру твердения и требования проекта, назначаем продолжительность твердения бетона до заданной прочности, равную 2 дням. Примем 5 дней на набор бетоном в днище и стенах заданной прочности (50-70%). Все нормы принимаются согласно [30], [31], [32].

Объединяем процессы по устройству закладных деталей и прокладке труб в один процесс.

Результаты расчета сведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Определение продолжительности работ

Наименование работ	Трудоемкость, чел. – см.	Кол-во рабочих, чел.	П, см	$K_{пер}$
1	2	3	4	5
1. Срезка растительного слоя бульдозером	0,016	1	0,015	1,07
2. Разработка грунта экскаватором	0,51	1	0,5	1,02
3. Засыпка котлована бульдозером песком	0,017	1	0,015	1,13
4. Уплотнение грунта	0,55	1	0,5	1,1
5. Монтаж опалубки бетонной подушки	0,255	1	0,25	1,02
6. Установка арматуры в бетонную подушку массой одного элемента до 20 кг	0,52	2	0,25	1,04
7. Антикоррозионная обработка арматуры лакокрасочными изделиями	0,16	1	0,15	1,06

Продолжение таблицы 6

Наименование работ	Трудоемкость, чел. – см.	Кол-во рабочих, чел.	П, см	К _{пер.}
1	2	3	4	5
8. Бетонирование подушки с помощью бетононасоса в опалубке толщиной до 20 см	3,71	3	1	1,24
9. Демонтаж опалубки	0,255	1	0,25	1,02
10. Монтаж опалубки днища	0,415	1	0,4	1,04
11. Монтаж опалубки бортиков	4,94	4	1	1,24
12. Установка арматуры в днище массой одного элемента до 50 кг	0,82	2	0,4	1,03
13. Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг	2,88	2	1,4	1,03
14. Установка закладных деталей при массе элементов до 5 кг	0,56	1	0,5	1,12
15. Антикоррозийная обработка арматуры	0,18	1	0,18	1
16. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 50 мм	4,42	4	1	1,1
17. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 63 мм	8,13	4	2	1,01
18. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 90 мм	1,63	4	0,4	1,02

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР

Лист

78

Окончание таблицы 6

Наименование работ	Трудоемкость, чел. – см.	Кол-во рабочих, чел.	П, см	К _{пер.}
1	2	3	4	5
19. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 110 мм	4,98	4	1	1,25
20. Гидравлическое испытание трубопроводов	0,69	1	0,6	1,15
21. Бетонирование днища	4,98	4	1	1,25
22. Бетонирование бортиков	2,69	3	0,9	1
23. Демонтаж опалубки бортиков	2,9	3	0,9	1
24. Демонтаж опалубки днища	4,94	4	0,9	1,07
25. Окрасочная изоляция полимерными материалами	0,415	1	0,4	1,04
26. Устройство деформационных швов	3,47	3	1	1,16
27. Наружная облицовка керамическими плитками	56,55	5	11	1,03
28. Гидравлическое испытание	0,82	1	0,8	1,03
29. Обратная засыпка грунтом	0,054	1	0,05	1,08
30. Дезинфекция	1,73	1	1,7	1,02

7.6 Подбор машин и механизмов

Для снятия растительного слоя, а так же засыпка котлована песком и обратная засыпка грунта производим бульдозером Б-10М. Для разработки грунта котлована под бассейн используем колесный экскаватор JSI45W марки JCB. Для транспортирования грунта подбираем самосвал КАМАЗ-6520-73. Уплотнение грунта производим трамбовкой Bomag BT 80D.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Для бетонирования чаш бассейна используем автобетононасос и бетоносмесители. При выборе автобетононасоса, необходимо учесть максимальный вылет стрелы и производительность. Экономически целесообразно подобрать один тип бетононасоса для всего периода строительства, учитывая максимальное расстояние подачи бетонной смеси на самый удаленный и труднодоступный объект. По технологическим характеристикам выбираем автобетононасос марки TZA-WAITZINGER-ABN-37(58153C) на шасси КАМАЗ-6540, вылет стрелы 37м, максимальная производительность бетононасоса 160 м³/ч. Этот вылет стрелы позволяет нам расположить автобетононасос на одном месте без передвижения по строительной площадке.

При подборе автобетоносмесителя учитывался объем перевозимой смеси. Для бетонирования ванны бассейна под открытым небом применяется автобетоносмеситель TIGARBO на базе шасси КАМАЗ 6520, объем перевозимой смеси 10 м³.

Для уплотнения бетона и предотвращения появления пустот погружные вибраторы. Погружной вибратор представляет собой электродвигатель и гибкий вал, мощность 1,3 кВт, длина гибкого вала 3 м.

7.7 Рекомендации по технологии выполнения строительно-монтажных работ

В проекте принимаем винипластовые трубопроводы. Они легко поддаются механической обработке: распиловке, резке, сверлению, фрезерованию и т.п. Пределом применения винипластовых труб является температура 60°С. Винипластовые трубы, заключенные в стальную оболочку, применяются до температуры 90°С.

При температуре 200 – 220°С винипласт переходит в вязко-текучее состояние и легко сваривается, что позволяет соединять между собой трубы, фасонные части и детали арматуры. Сварка производится газовыми или электрическими горелками с применением винипластовых прутков. Возможно два варианта соединений: разъемные и неразъемные. Неразъемные соединения выполняются двумя основными способами: сваркой и склеиванием.

Сварка встык с применением винипластовых прутков производится следующим образом: кромки свариваемых труб с предварительно снятыми фасками и сварочный пруток нагревают газовыми или электрическими горелками до температуры 190 – 220°С, после чего пруток под небольшим давлением укладывают по месту соединения деталей. Место для наложения прутка должно быть чистым, сухим и обезжиренным. Прочность соединения незначительна, особенно при ударных нагрузках и при изгибе.

Раструбное соединение более прочно и выполняется следующим образом: на конце одной из соединяемых труб снимают фаску под углом 45°; на другом конце формируют раструб и соединяют кольцевой сваркой кромки раструба с трубой.

При соединении на подвижной муфте на концах соединяемых труб снимают фаски под углом 30°; расстояние между торцами соединяемых труб в корне шва должно составлять 0,5 – 1 мм. Концы труб свариваются встык. Подвижная муфта устанавливается так, чтобы ее середина находилась на месте сварного шва. Затем муфту обваривают.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Неразъемные сварные соединения показаны на рисунке 7.1.

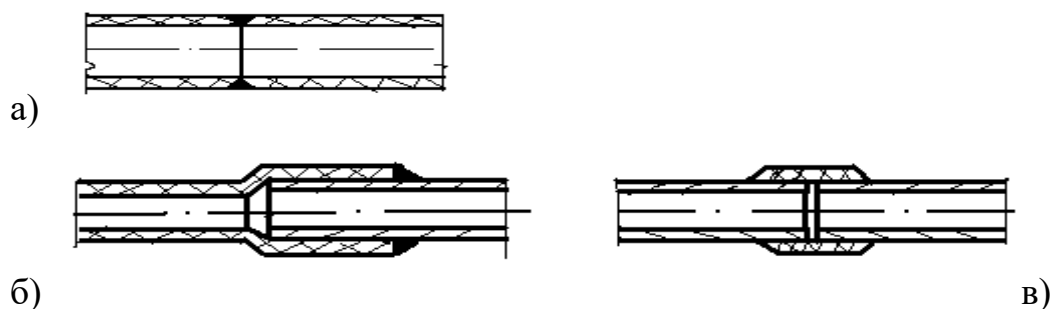


Рисунок 7.1 – Сварные неразъемные соединения виниловых труб: а) встык; б) раструбное; в) на подвижной муфте

Склеивание является основным способом выполнения неразъемного соединения. Для склеивания применяют клей, содержащий 14 – 16% перхлорвинилового смолы и 86 – 84% метилхлорида. Прочность клеевых соединений в значительной степени зависит от состояния склеиваемой поверхности, поэтому перед склеиванием поверхность необходимо предварительно подготовить: удалить загрязнения, создать шероховатости и обезжирить.

При склеивании труб клей наносят на 2/3 глубины раструба и на всю длину калиброванного конца, после чего его немедленно вводят в раструб до упора. В зависимости от величины зазора между внутренней поверхностью раструба и наружной поверхностью гладкого конца трубы клей наносят одним или двумя слоями. При соединении муфт с помощью подвижной муфты концы труб промазывают клеем и надвигают предварительно нагретую муфту. Неразъемные клеевые соединения виниловых труб показаны на рисунке 7.2.

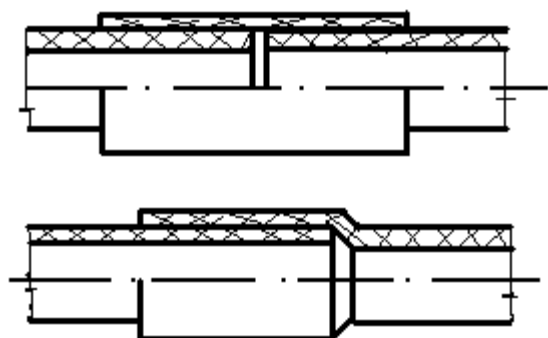


Рисунок 7.2 – Клеевые неразъемные соединения виниловых труб: на подвижной муфте и раструбное

Детали трубозаготовок после склеивания должны находиться в покое не менее 2 часов, и могут быть испытаны внутренним давлением не ранее, чем через 24 часа после склеивания.

К проектированию принимаем клеевые раструбные неразъемные соединения труб.

Трубы крепятся к опорным хомутам свободно. Без затяжки, расстояние между опорами не должно превышать 1,5 – 2,0 м. Крепление арматуры следует выполнять так, чтобы усилия при открывании и закрывании ее не передавались на трубы и фланцы. Между трубами и опорами при монтаже следует устанавливать прокладки из резины, войлока или другого мягкого материала. Металлические опоры не должны иметь острых кромок и заусенцев.

После окончания всех монтажных работ трубопровод продувают сжатым воздухом, промывают водой и испытывают гидравлическим способом. Обнаруженные дефекты – трещины, свищи – устраняют вырезкой дефектных участков и заменой новыми.

7.8 Контроль качества

Контроль качества осуществляют на следующих стадиях: при приемке и хранении всех исходных материалов (цемента, песка, щебня, гравия, арматурной стали, лесоматериалов и др.); при изготовлении и монтаже арматурных элементов и конструкций; при изготовлении и установке элементов опалубки; при подготовке основания и опалубки к укладке бетонной смеси; при приготовлении и транспортировке бетонной смеси; при уходе за бетоном в процессе его твердения.

Все исходные материалы должны отвечать требованиям ГОСТов. Показатели свойств материалов определяют в соответствии с единой методикой, рекомендованной для строительных лабораторий.

В процессе армирования конструкций контроль осуществляется при приемке стали (наличие заводских марок и бирок, качество арматурной стали); при складировании и транспортировке (правильность складирования по маркам, сортам, размерам, сохранность при перевозках); при изготовлении арматурных элементов и конструкций (правильность формы и размеров, качество сварки, соблюдение технологии сварки). После установки и соединения всех арматурных элементов в блоке бетонирования проводят окончательную проверку правильности размеров и положения арматуры с учетом допускаемых отклонений. В процессе опалубливания контролируют правильность установки опалубки, креплений, а также плотность стыков в щитах и сопряжениях, взаимное положение опалубочных форм и арматуры (для получения заданной толщины защитного слоя). Правильность положения опалубки в пространстве проверяют привязкой к разбивочным осям и нивелировкой, а размеры - обычными измерениями. Перед укладкой бетонной смеси контролируют чистоту рабочей поверхности опалубки и качество её смазки.

При транспортировке бетонной смеси следят за тем, чтобы она не начала схватываться, не распадалась на составляющие, не теряла подвижности из-за потерь воды, цемента или схватывания.

На месте укладки следует обращать внимание на высоту сбрасывания смеси, продолжительность вибрирования и равномерность уплотнения, не допуская расслоения смеси и образования раковин, пустот.

Процесс виброуплотнения контролируют визуально, по степени осадки смеси, прекращению выхода из нее пузырьков воздуха и появлению цементного молока.

					ИОУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

В некоторых случаях используют радиоизотопные плотномеры, принцип действия которых основан на измерении поглощения бетонной смесью γ -излучения. С помощью плотномеров определяют степень уплотнения смеси в процессе вибрирования.

При бетонировании больших массивов однородность уплотнения бетона контролируют с помощью электрических преобразователей (датчиков) сопротивления в виде цилиндрических щупов, располагаемых по толщине укладываемого слоя. Принцип действия датчиков основан на свойстве бетона с увеличением плотности, снижать сопротивление прохождению тока. Размещают их в зоне действия вибраторов. В момент приобретения бетоном заданной плотности оператор-бетонщик получает световой и звуковой сигнал.

Контроль качества соединений винипластовых трубопроводов проверяют, прежде всего пооперационным контролем и внешним осмотром.

Прочность раструбных клеевых соединений винипластовых труб оценивается испытаниями на сдвиг на универсальной машине УММ-5. Для этого из середины клеевого соединения вырезают кольцевые образцы длиной 10 – 12 мм. Обработанные торцовые плоскости должны быть строго перпендикулярны оси образцов. Нагружение выполняют до разрушения клеевого шва. Контрольные величины разрушающих нагрузок для труб лёгкого типа при клеях на слабых растворителях представлены в таблице 7 [33].

Таблица 7 – Величина разрушающей нагрузки, кН

Условный диаметр, мм	Длина кольцевых образцов, мм	
	10	20
100	24	40
80	20	32,5

Выводы по главе семь

В данной главе рассмотрена технология бетонирования чаши бассейна под открытым небом. Рассмотрены земляные, опалубочные, арматурные, бетонные работы. Посчитаны объемы и продолжительность работ, составлена калькуляция трудозатрат, подобраны основные механизмы и машины, составлен календарный план производства работ. Также описана технология выполнения работ и контроль качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с утвержденным заданием на проектирование комплекса водоснабжения посёлка «европа» в Аргаяшском районе, рассмотрены и предложены современные технологии по очистке природных. На основании литературных данных выбраны технологические схемы:

- подготовки воды на основе метода кавитации, в результате которой происходит обезжелезивание и умягчение хозяйственно-питьевой воды перед подачей к потребителю;

- подготовки воды для подпитки бассейна путем фильтрации, коагулирования, обеззараживания и нагрева.

В разделе технологии строительного производства представлены работы по бетонированию чаши бассейна под открытым небом. Рассмотрены земляные, опалубочные, арматурные, бетонные работы. Посчитаны объемы и продолжительность работ, составлена калькуляция трудозатрат, подобраны основные механизмы и машины, составлен календарный план производства работ. Также описана технология выполнения работ и контроль качества.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2012. – 128 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питиевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. СанПиН 2.1.2.188 – 03. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов.
4. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий /Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2012. -72 с.
5. Каталог Novum. Водоподготовка. Оборудование для бассейнов. Каталог 2012 – Издание 1.0. – 560 с.
6. ГОСТ Р 53491.1-2009. Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. Общие требования. – 62 с.
7. Колотилкин, А. В. Методы дезинфекции / А.В. Колотилкин // Бассейны и сауны. – 2003. – № 20. – с.54– 58.
8. Романов, Е. А. Есть резон попробовать озон/ Е.А. Романов // Водолей вест. – 2001. – № 4(8). – 30 с.
9. Сметанин, М. И. Ударим ультрафиолетом по избыточному хлору/ М.И. Сметанин //Водолей Вест. – 2002. – № 1(11). – 50 с.
10. Дерлятко, Е. Г. Вопросы обогрева бассейнов / Е.Г. Дерлятко // Бани и бассейны. – 2003. – № 2(26) . – 1996. – 102 с.
11. Николадзе Г.И. Водоснабжение: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1995. – 668 с.
12. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование сетей и сооружений. Том 2. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 496 с.
13. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
14. Кулаков, В. В. Обезжелезивание, деманганация подземных вод: Учебное пособие – Хабаровск: ДВГУПС, 1998. – 100 с.
15. ГЭСН - 2001. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции, монолитные. – М.: Стройиздат, 2001. – 93 с.
16. ГЭСН - 2001. Сборник 13.Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии.– М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.
17. ГЭСН - 2001. Сборник 16.Трубопроводы внутренние.– М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.
18. Шальнов, А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений/ А. П. Шальнов, Г. И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 2008. – 312с.

					ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.074 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85