

Министерство науки и высшего образования 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»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2020г.

Проект системы водоснабжения и водоотведения оздоровительного  
бассейна с выплывом под открытое небо в комплексе «Ленивые  
тюлени»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Консультанты:  
Технология строит. пр-ва  
Доцент кафедры  
А.И. Стуков \_\_\_\_\_ 2020г.

Руководитель проекта  
Профессор кафедры  
И.А. Арканова  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор проекта  
студент группы АС-563  
М.П. Кричмаржевская  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер  
Старший преподаватель  
К.И. Чучелов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск  
2020

## АННОТАЦИЯ

Кричмаржевская М.П. Выпускная квалификационная работа «Проект системы водоснабжения и водоотведения оздоровительного бассейна с выпływом под открытое небо в комплексе «Ленивые тюлени»» – Челябинск: ЮУрГУ, АСЗ-факультет, 2020. – 74 с.– 6 листов ф.А1 – библи. 32 назв.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения и водоотведения открытого бассейна в комплексе «Ленивые тюлени».

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения и водоотведения, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоснабжения и водоотведения. Так же рассмотрена технология строительного производства на выполнение бетонных работ чаши бассейна.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>		<i>Ульрих Д.В.</i>			<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руков-ль</i>		<i>Арканова И.А.</i>				<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>74</i>
<i>Разработал</i>		<i>Кричмаржевская</i>				<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра ГИСиС</i>		
<i>Проверил</i>		<i>Арканова И.А.</i>						
<i>Н.контр.</i>		<i>Николаенко Е.В.</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	9
1.1 Описание объекта проектирования .....	9
1.2 Исходные данные для проектирования .....	9
Выводы по разделу один .....	10
2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ.....	11
2.1 Классификация плавательных бассейнов .....	11
2.2 График движения посетителей .....	15
2.3 Устройство и основное оборудование.....	16
2.4 Технический, санитарный и технологический контроль при эксплуатации бассейнов .....	25
2.5 Эксплуатация фильтров и реагентного хозяйства .....	27
Выводы по разделу два .....	31
3 САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ .....	32
3.1 Санитарные требования, предъявляемые к вспомогательным помещениям, ваннам бассейнов.....	32
3.2 Санитарно-гигиенические требования к качеству воды .....	34
3.3 Санитарные требования к воде для заполнения бассейна.....	36
3.4 Требование к подготовленной воде и воде бассейна .....	36
3.5 Требования к сбросу воды .....	38
3.6 Обеззараживание воды бассейна .....	39
Выводы по разделу три .....	43
4 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНА ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ .....	44
4.1 Расчет параметров оборотного водоснабжения.....	44
4.2 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации .....	46
4.3 Описание вспомогательного оборудования .....	46
4.4 Расчет впускных устройств.....	47

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

4.5 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода .....	47
4.6 Расчет и подбор водозабора, переливной ёмкости, донных сливов и форсунок подачи воды.....	49
4.7 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды .....	50
4.8 Расчёт дозы и требуемого количества реагентов.....	51
4.9 Описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе .....	54
4.10 Расчёт насосов – дозаторов .....	55
4.11 Подбор установок озонирования .....	56
4.12 Расчет основных показателей по опорожнению бассейна и промывным водам водоподготовки .....	57
<b>5 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....</b>	<b>59</b>
5.1 Характеристика объекта проектирования .....	59
5.2 Земляные работы .....	59
5.3 Технология бетонирования бассейна .....	59
5.4 Определение объёмов работ .....	60
5.5 Расчет графика производства работ .....	65
5.6 Подбор машин и механизмов.....	68
5.7 Рекомендации по технологии выполнения строительно-монтажных работ .....	68
5.8 Контроль качества работы .....	69
Выводы по главе пять .....	71
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>72</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>73</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране, на современном этапе развития, большое значение приобретает решение многих социальных проблем, и, в первую очередь, связанных с укреплением здоровья населения. В решении этих проблем одним из основных направлений деятельности специалистов является обеспечение массового развития физической культуры и водного спорта, оздоровление и лечение взрослых и детей с использованием природных водных источников для выполнения различных водных процедур и гидротерапии.

В этих условиях важное значение приобретает строительство спортивно-оздоровительных, учебно-спортивных и лечебных искусственных бассейнов.

В России методы проектирования бассейнов, методы водоподготовки, санитарно-гигиенического контроля и требования к эксплуатации находятся на уровне мировых стандартов. Специальное оборудование для бассейнов, необходимые реактивы, химические и органические средства борьбы с негативными явлениями при эксплуатации целесообразно применять с учетом зарубежных рекомендаций.

Целью данной дипломной работы является проектирование системы водоснабжения и водоотведения оздоровительного бассейна с выплывом под открытое небо в комплексе «Ленивые тюлени».

Поставленные задачи:

- 1) Провести литературный обзор по вопросам проектирования систем технологического водоснабжения бассейнов.
- 2) Выбор и расчет систем водоснабжения и водоотведения бассейна под открытым небом в комплексе «Ленивые тюлени» в городе Миасс.
- 3) Выполнить расчет и подбор основных сооружений технологической схемы для водоподготовки бассейна.
- 4) Выполнить раздел технологии строительного производства для изготовления чаши.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1 Описание объекта проектирования

Объектом проектирования является оздоровительный бассейн с выпływом под открытое небо в комплексе «Ленивые тюлени», с переливной системой отвода воды на рециркуляцию.

Размеры чаши бассейна (криволинейной формы): 42,0x18,0 с глубиной 1,4 м. с зонами гидромассажных форсунок, аэромассажных лежаков, донных гейзеров.

Генплан объекта проектирования представлен на листе 1.

## 1.2 Исходные данные для проектирования

Проектируемый оздоровительный бассейн будет располагаться на территории комплекса «Ленивые тюлени» в городе Миасс, Челябинской области.

Источником водоснабжения служит отдельная скважина с расходом 16 м<sup>3</sup>/ч. Качество воды в скважине хозяйственно-питьевое.

Слив воды из бассейна осуществляется непосредственно в сеть бытовой канализации.

Конструктивно-строительная характеристика оздоровительного бассейна представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные для оздоровительного бассейна

Характеристика	Значение
1	2
1. Объем ванны бассейна	661,5 м <sup>3</sup>
2. Площадь зеркала воды	431,0 м <sup>2</sup>
3. Длина ванны	42,0 м
4. Ширина ванны	18,0 м
5. Глубина ванны	1,4 м
6. Тип бассейна	Переливной, открытый
7. Температура воды в летний период	28...29 °С
8. Температура воды в зимний период	35...38 °С

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

9

Продолжение таблицы 1

9. Срок эксплуатации бассейна	11 мес/год
-------------------------------	------------

Выводы по разделу один

1) Объектом проектирования является оздоровительный бассейн с выпływом под открытое небо, круглогодичного использования на территории комплекса «Ленивые тюлени».

2) В дипломной работе необходимо запроектировать систему водоснабжения и водоотведения ванны бассейна, рассчитать и подобрать оборудование.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

## 2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

### 2.1 Классификация плавательных бассейнов

Бассейн представляет собой сложное гидротехническое сооружение, в котором непрерывно осуществляются процессы рециркуляции и фильтрации, а также производится постоянное обеззараживание воды.

По назначению бассейны бывают: спортивные, лечебные, комбинированные, а также индивидуальные.

К спортивным бассейнам относятся: демонстрационные, с трибунами – для проведения соревнований по различным видам водного спорта (скоростному плаванию, прыжкам в воду, фигурному плаванию, водному поло и т.п.); учебно – спортивные – для обучения различным видам водного спорта. В спортивных бассейнах предусмотрен определенный состав сооружений, оборудования, помещений и площадок, отвечающий технологическим требованиям и графику движения посетителей. Это относится и к бассейнам другого назначения. Рекомендуемая температура воды для спортивных бассейнов 24 - 28<sup>0</sup>С.

Лечебные бассейны строят в домах отдыха, санаториях с использованием лечебной воды (минеральной, морской). Лечебный бассейн также может иметь произвольный размер и форму. Лечебные бассейны предназначены для проведения лечебной гимнастики, лечебного купания и плавания. В лечебных бассейнах температура воды должна варьироваться в пределах 26 – 28<sup>0</sup>С.

Комбинированные бассейны представляют собой комплекс сооружений, оборудования, вспомогательных помещений и площадок, предназначенных для обслуживания спортсменов и различных посетителей. В комбинированном бассейне сооружается несколько ванн или отделений в одной большой ванне, имеющих различное назначение: для учебной работы, для купания взрослых и детей, для спортивной работы (прыжки, плавание). Данные ванны или отделения обычно работают изолированно друг от друга, имеют различные размеры, форму, температуру воды, оснащены самостоятельным инвентарем, а также оборудованием по водоподготовке.

Существуют также бассейны и индивидуального пользования или частные бассейны. Они устанавливаются в индивидуальном порядке по персональному

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



требованию заказчика. Размер, форма, отделка и комплектация определяются исключительно пожеланиями, вкусом и материальными возможностями заказчика [28].

Все бассейны как общественные, так и частные различаются между собой по принципу работы системы водоснабжения.

Наливные (водообмен с периодической сменой воды) - Бассейны без системы очистки воды. Вода наливается в чашу и после использования сливается полностью. В основном это купели небольшого объема для саун и бань. К этой же категории можно отнести и надувные бассейны.

Проточные (проточный водообмен) - Бассейны этого типа уже морально устарели, но несмотря на это продолжают работать и по сей день. Это переливные общественные бассейны. Вода в перелив (или в пенный лоток) попадает во время купания людей в бассейне и сразу сливается из лотка в канализацию. Долив воды в бассейн, осуществляется вручную, в зависимости от количества посетителей. Добавление химреагентов производится также вручную по результатам измерений параметров воды в течение дня. На подогрев и фильтрацию, вода забирается из бассейна через донные сливы. Возврат подогретой воды - через подающие форсунки.

Рециркуляционные (рециркуляционный водообмен) - На сегодняшний день рециркуляционная система, наиболее распространенная для бассейнов любого назначения. Это закрытый водообмен в бассейне. Вода не уходит в канализацию через переливной лоток, а поступает из него в компенсационную емкость, откуда забирается насосами на фильтрацию и подогрев. Донный слив не принимает участия в водоподготовке. Подогретая и очищенная вода через донные форсунки подается в бассейн и вытесняет грязную воду в переливной лоток. В скиммерных бассейнах забор воды производится и через скиммер и через донный слив [29].

В зависимости от системы водоотведения бассейны данного вида могут быть: скиммерные и переливные.

Циркуляция в бассейнах скиммерного типа (Рисунок 1) основана на перемешивании воды. Отвод верхнего слоя воды в них происходит через специальные устройства, называемые скиммерами. Скиммер размещают в стене чаши так, чтобы уровень воды в бассейне находился примерно на середине высоты его водозаборного окна. Зеркало воды в этом случае находится на 10—15 см ниже бортика бассейна. Чтобы подвергнуть очистке

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

не только верхние слои воды, но и нижние, скиммер рекомендуется соединять с донным сливом. При таком варианте 70—75% объема воды проходит через скиммеры, а 25—30% через донные сливы. Форсунки, подающие в бассейн чистую воду, обычно располагают напротив скиммеров, при этом движение воды в бассейне происходит от одной стенки к другой.

Существует две модификации скиммеров: для пленочных и для бетонных бассейнов. Скиммеры бывают двух видов: встроенные и навесные. Количество скиммеров зависит от размеров бассейна, его площади, объема и конфигурации. Скиммер также служит для гашения волн, образующихся при купании.

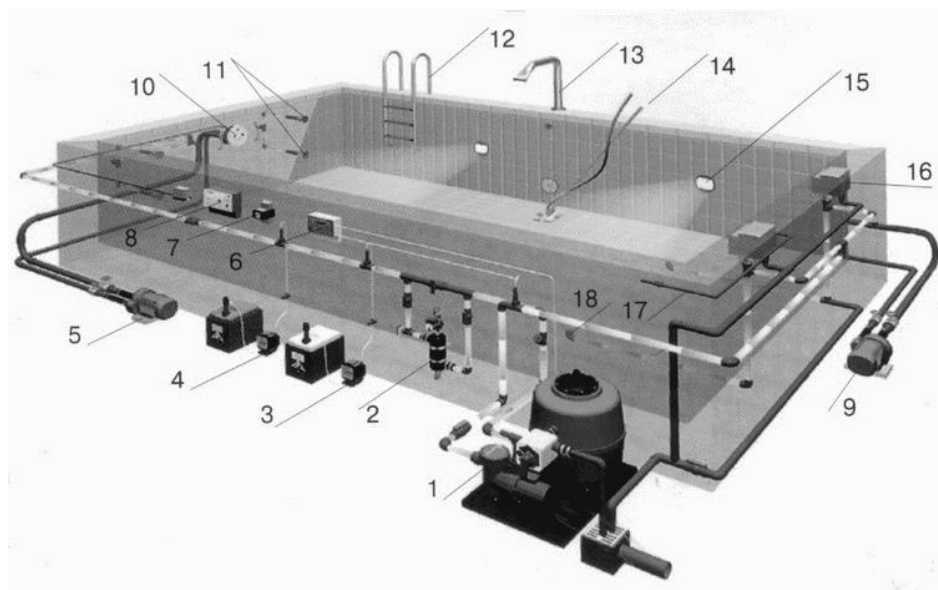


Рисунок 1 – Схема скиммерного бассейна

1 – фильтр; 2 – теплообменник; 3 – дозатор рН; 4 – дозатор средства дезинфекции; 5 – насос противотока; 6 – станция дезинфекции; 7 – трансформатор; 8 – блок управления фильтровальной установкой и теплообменником; 9 – насос водопада; 10 – противоток; 11 – подающие форсунки; 12 – лестница; 13 – водопад; 14 – подводный пылесос; 15 – подводный прожектор; 16 – скиммер; 17 – переливная труба; 18 – слив.

Циркуляция в бассейнах переливного типа основана на вытеснении имеющейся воды, поступающей [10].

На рисунке 2 (бассейн переливного типа) чистая вода поступает через несколько форсунок, равномерно распределенных по дну чаши, а отвод верхнего загрязненного слоя воды осуществляется через переливные лотки (их также называют переливными желобами или пенными корытцами),

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

расположенные у верхнего края чаши бассейна. Зеркало воды в переливном бассейне находится вровень с бортиком. В железобетонных бассейнах используются бетонные или специальные керамические лотки. Чтобы исключить возможность травмирования, лотки закрывают переливными решетками (они также играют декоративную роль) по периметру чаши вровень с ее верхним краем. Попавшая в переливные желоба загрязненная вода по заборным патрубкам стекает в накопительный (переливной) бак и уже из него поступает на фильтрацию, подогрев и дезинфекцию [13].

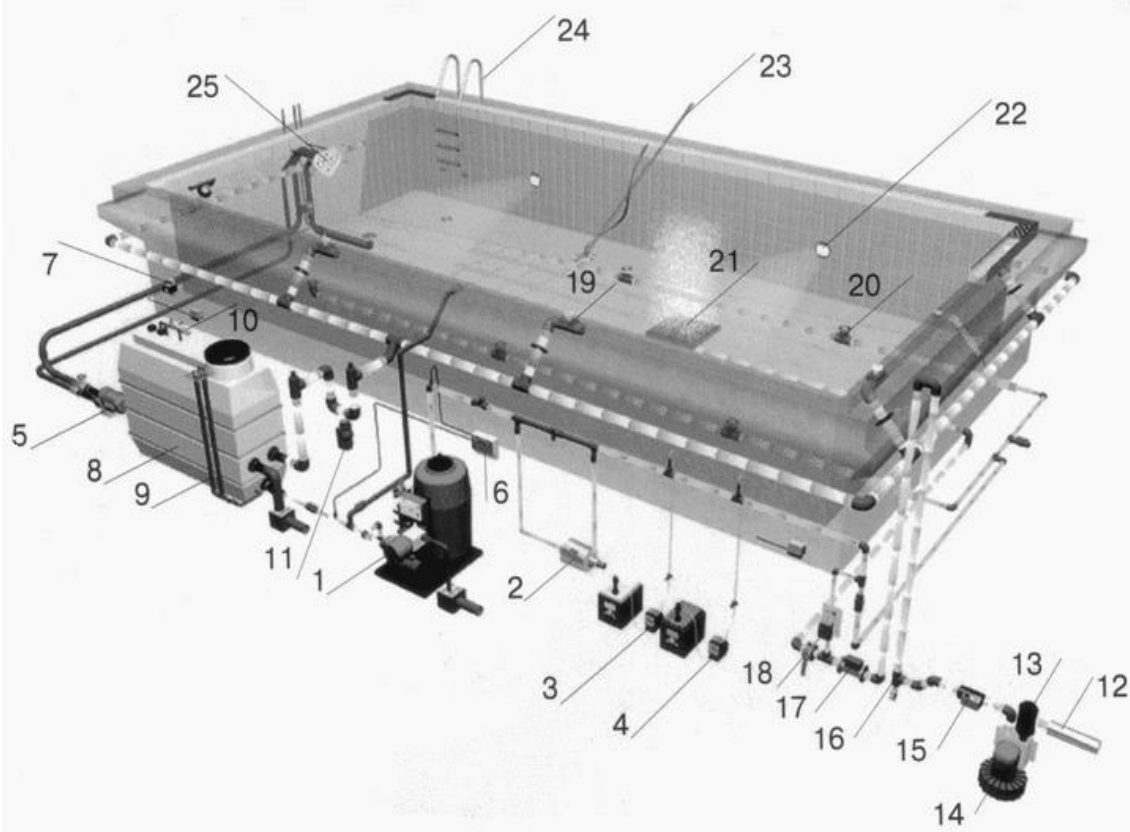


Рисунок 2 – Схема переливного бассейна

1 – фильтр; 2 – установка УФ обеззараживания; 3 – дозатор рН; 4 – дозатор средства дезинфекции; 5 – насос противотока; 6 – станция дезинфекции; 7 – трансформатор; 8 – переливной бак; 9 – устройство контроля уровня воды; 10 – электромагнитный клапан; 11 – задвижка ручная; 12 – глушитель; 13 – воздушный фильтр; 14 – воздушный компрессор; 15 – нагреватель воздуха; 16 – сброс конденсата; 17 – обратный клапан; 18 – кран; 19 – отвод воды с желоба; 20 – донная форсунка; 21 – плато аэромассажное; 22 – подводный прожектор; 23 – подводный пылесос; 24 – лестница; 25 – противоток.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

14

## 2.2 График движения посетителей

При проектировании бассейнов и выборе планировочных решений, помимо технологического режима их работы, назначения и конструктивно-строительных характеристик, большое значение имеют графики движения посетителей.

Для спортивных, учебных и демонстрационных бассейнов целесообразен следующий график движения посетителей (спортсменов): вход – регистратура (контроль) - гардероб – раздевалка – помещение для подготовительных занятий – раздевалка – туалеты – душевые – ножные ванночки - ванна бассейна. На обратном пути: ванна бассейна – душевые – раздевальная – гардероб – выход.

Другой вариант графика движения посетителей: вход – вестибюль – касса – регистратура – гардероб – холл – туалеты – буфет – трибуны. На обратном пути: трибуны – холл – туалеты – гардероб – вестибюль – выход.

Планировка помещений не должна допускать пересечений встречных потоков движения посетителей.

В оздоровительных (купальных) бассейнах график движения посетителей несколько изменяется: вход – вестибюль – касса, регистратура, помещение администратора – гардероб – холл, помещение проката инвентаря – раздевальные (мужская и женская) - Площадки и помещения для подготовительных упражнений и занятий – душевые (мужская и женская) – туалеты – ножные ванночки – ванна бассейна. При кратковременном выходе из ванны: обходные дорожки солярия, спортивные площадки, буфет – открытые летние принудительные души – обходные водные дорожки – ванна бассейна или солярии – туалеты – душ - водная дорожка или ножная ванночка – ванна бассейна. При выходе посетителей из бассейна: ванна – туалеты – ножные ванночки – душевые – раздевальные – холл, гардероб – выход.

В лечебных бассейнах график движения посетителей может быть следующим: гардероб – кабинет врача – раздевалки (мужская и женская) – душевые (мужская и женская) – ванна бассейна; на обратном пути: душевые отделения – раздевальные – гардероб – выход.

Приведённые графики движения посетителей являются примерными и в каждом проекте должны уточняться. От принятых графиков зависят все

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

планировочные решения, выбор и компоновка помещений, площадок и оборудования.

Правильный график движения можно составить лишь тогда, когда будет разработан предлагаемый технологический режим работы бассейна, зависящей, в первую очередь, от назначения последнего. При разработке технологического режима работы бассейна и графика движения посетителей следует твёрдо соблюдать санитарно-гигиенические и технологические требования к бассейну и его основным элементам: ванне, вспомогательным помещениям, площадкам, оборудованию. Основными показателями технологического режима являются принятые перечни видов, этапов и элементов предполагаемых занятий, соревнований, процедур и т.д. При этом необходимо определять время, затрачиваемое на оценку показателей технологического режима [27].

### 2.3 Устройство и основное оборудование

К оборудованию бассейна относятся: лестницы входа в воду, канал для выплыва, иллюминаторы для подсвета воды, уступы для отдыха, водная обходная дорожка, переливные желоба, трапы, устройства для подачи воды и для водоотведения. Технологическое оборудование включает в себя: установки водоподготовки, установки нагрева воды, системы подачи, транспортированию и распределению воды [4].

Одним из основных устройств для технического водоснабжения чаши бассейна являются форсунки.

Форсунки предназначены для подачи в бассейн воды, прошедшей фильтрацию. Форсунки в бассейнах бывают «донные» и «стеновые» [1].

На рисунке 3 изображены донные форсунки. Применяются в основном в бассейнах переливного типа и служат для подачи воды в бассейн после фильтрации с целью дальнейшего ее перелива.



1)



2)

Рисунок 3 – Донная форсунка для бассейна  
1 – из ABS пластика; 2 – из нержавеющей стали.

На рисунке 4 представлены форсунки стеновые применяются в основном в бассейнах скиммерного типа служат так же для подачи воды в чашу после фильтрации.

Рекомендуемый поток через форсунки составляет 5-9 м<sup>3</sup>/час. Форсунки располагаются вдоль длинного борта.



1)



2)

Рисунок 4 – Стеновая форсунка бассейнов  
1 – из ABS пластика; 2 – из нержавеющей стали.

Перемещение водной массы должно обеспечивать постоянное удаление грязной воды с помощью донных выпускных отверстий, скиммеров и переливных желобов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

17

Скиммер представляет собой пластиковый или металлический бак, в нижней части которого через резьбовое соединение подключается труба магистрали водозабора. На боковой поверхности скиммера имеется прямоугольное приемное окно с плавающей заслонкой. Через приемное окно из бассейна в скиммер поступает вода и направляется в систему для дальнейшей очистки и нагрева [21]. Плавающая заслонка предназначена для отсечения нижних слоев воды и собирания с поверхности загрязнения. Каждый скиммер снабжен фильтром грубой очистки (сетчатое ведро), в которых задерживаются наиболее крупные загрязнения, мусор. Также к скиммеру можно подключить водный пылесос.

На рисунке 5 изображен скиммер из белого ABS-пластика с длинным широким соплом, который применяется в основном для монолитных железобетонных ванн бассейнов. Максимальная площадь обрабатываемой поверхности - 25 м<sup>2</sup>. Комплектуется фильтром грубой очистки и переходником для подсоединения пылесоса. Монтируется в стену бассейна.



Рисунок 5 - Скиммер из ABS пластика

Разрез устройства переливного желоба, представленный на рисунке 6, он обеспечивает нормальную циркуляция и равномерную подачу воды в систему

фильтрации, а выплескиваемая из бассейна вода не заливает всю прилегающую территорию [22].

Расчет желобов ведется исходя из объема воды, которые они должны принять при выплеске, исключив попадание воды на обходные дорожки.

Переливные желоба должны иметь местную разуклонку к отводящим дренажам и перекрываться решетками. Скорость забора воды по нормам должна быть не более 0,5 м/сек.

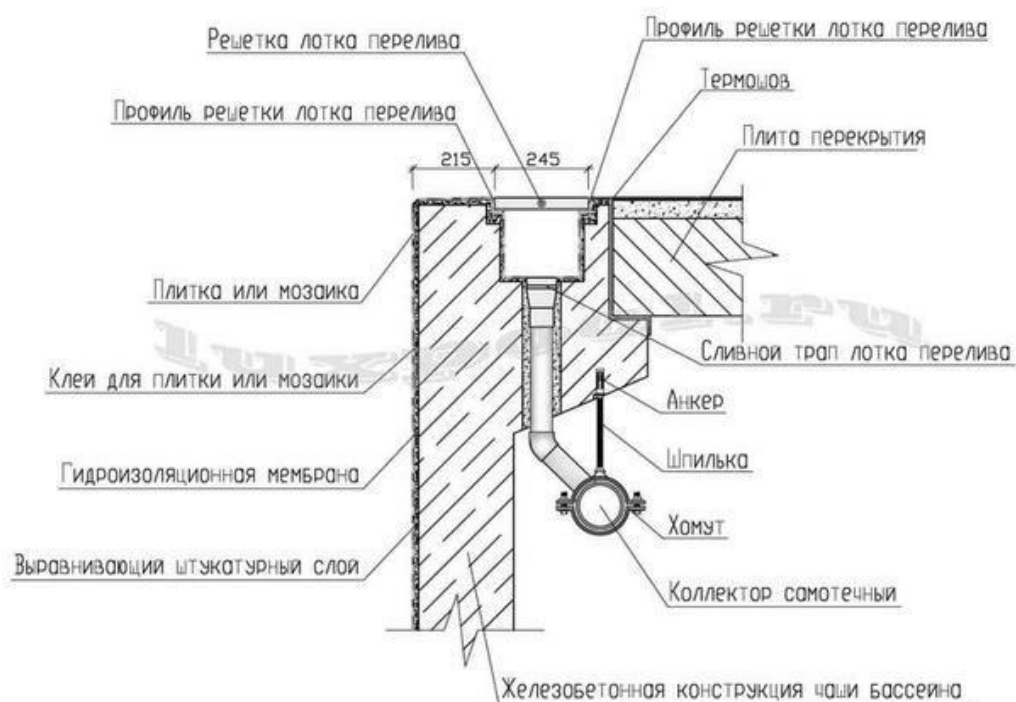


Рисунок 6 – Разрез устройства переливного желоба

Выпускные донные отверстия обычно размещают параллельно торцевой стенке ванны по одной линии с обеспечением уклона дна. Расстояние между выпусками не должно превышать 5 м, а от выпуска до стены ванны – 2,5 м. Слив донный изображен на рисунке 7.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

19





Рисунок 7 – Слав донный круглый из нержавеющей стали

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. Затраты на отопление составляют существенную часть от эксплуатационных расходов (20 – 60 %).

Для нагрева воды бассейна используется либо электронагреватели, либо теплообменники.

Теплообменник, изображённый на рисунке 8, используется довольно часто для подогрева воды в бассейне. Принцип его работы таков: его подключают к источнику тепла, например, котлу отопления или встраивают в систему центрального отопления. Теплоноситель, нагреваясь в котле, направляется в теплообменник, где отдает тепло воде из бассейна, которая через него прокачивается.

Система подогрева воды в бассейне работает так: подключается циркуляционный насос для прокачки воды через теплообменник. Когда температура воды в бассейне опускается ниже требуемой, термостат подает сигнал, и насос включается. Вода прокачивается вдоль змеевика в теплообменнике и нагревается. Сливаясь обратно в бассейн с другой стороны.

Точно также, когда заданная температура достигнута, насос отключается. Вода из бассейна перестает проходить через теплообменник. Для большого

бассейна используют сразу несколько теплообменников, чтобы ускорить нагрев воды. Размеры и мощность теплообменников бывают разными от 13кВт до 120 кВт. Также они бывают горизонтальными и вертикальными, титановыми и из нержавеющей стали.



Рисунок 8 – Схема теплообменника для бассейна

Проточные электронагреватели оснащены внутри ТЭНом, вода в них нагревается не с помощью теплоносителя, а непосредственно от ТЭНа. Это налагает определенные ограничения на качество воды. Она должна быть достаточно мягкой, без примесей солей, чтобы нагревательный элемент прослужил дольше и не покрывался накипью. Также ТЭН изготавливается из сплавов, устойчивых к коррозии, и покрывается несколькими защитными слоями.

Учитывая то, что расход электроэнергии при таком способе нагрева довольно велик, обычно электронагреватели используют только для нагрева маленьких бассейнов [25].

Встраиваемые осветительные приборы, изображенные на рисунке 9, устанавливаются на вертикальную поверхность или дно чаши. Они создают четкие контуры света. При выборе подводного освещения необходимо учитывать некоторые моменты: глубину установки и материал.

Максимальной глубиной, в обязательном порядке указывается изготовителем на упаковке. Качественное изделие должно быть выполнено из пластиковой основы, нержавеющей стали или бронзы.

В подводных светильниках источником света служат галогеновые лампы и светодиоды. Более современная вариация — устройства из оптоволокна, которые придают брызгам невероятные цветовые оттенки.

Еще один вариант освещения — традиционные прожекторы. Это своеобразный светильник, состоящий из чаши, галогеновой лампы и кабеля с гидроизоляцией. Несмотря на простую конструкцию, прожектор создает причудливые композиции из подсветки. При выборе этого типа освещения, нужно придерживаться основного правила: все приборы должны быть равномерно распределены по периметру бассейна. К тому же у них должна быть одинаковая мощность.

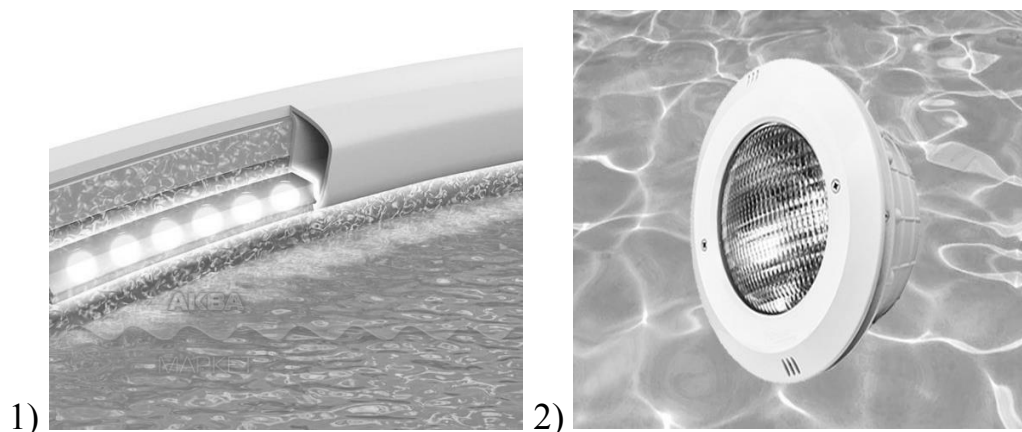


Рисунок 9 – Осветительные приборы для бассейна

1 – кольцевая подсветка для бассейна; 2 – прожектор для бассейна из пластика.

В оборудование для развлечения в бассейне включаются: водяные пушки и водопады, изображенные на рисунке 10; трамплины и горки, представленные на рисунке 11; противотоки; гейзеры; подводные динамики.

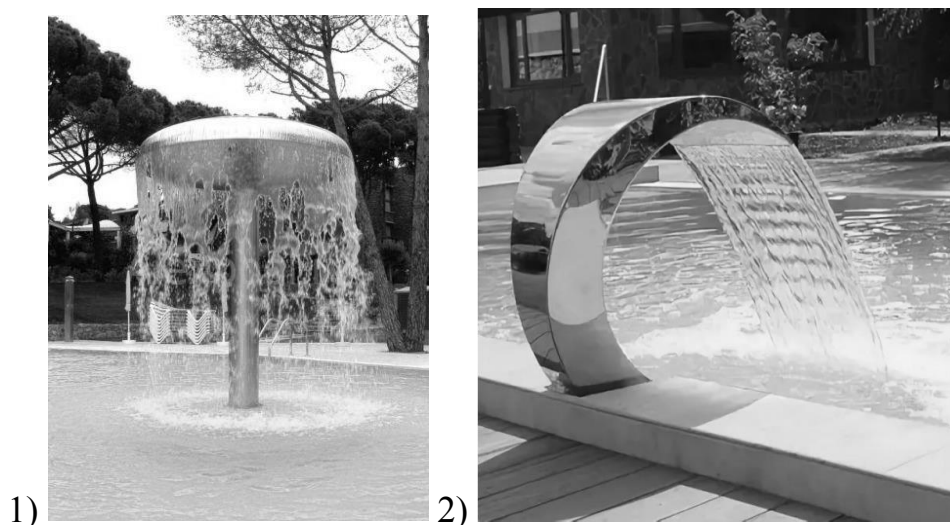


Рисунок 10 – Водяные пушки и водопады

1 – водопад модель «Зонтик»; 2 – водопад модель «Каскад».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

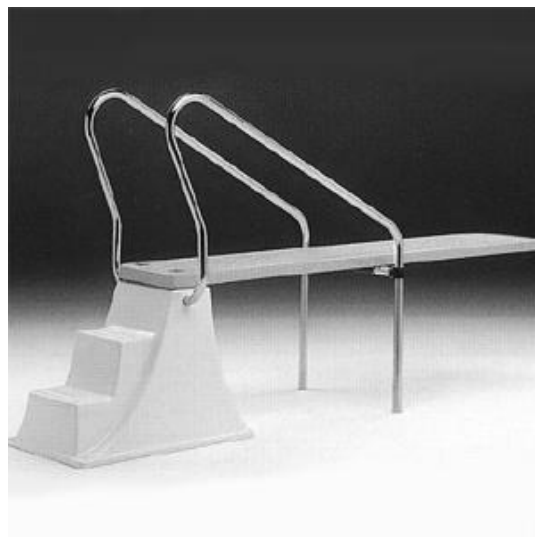
Лист

22

Горки для бассейна и трамплины, изображенные на рисунке 10, выполненные из полиэстера, лестницы и поручни изготавливаются из стекловолокна или выполняются из полипропилена или нержавеющей стали (нержавейки).



1)



2)

Рисунок 11 – Оборудование для развлечения в бассейне  
1 – водяная горка «Тобогган»; 2 – трамплин для бассейна.

На рисунке 12 изображен гейзер. Он представляет собой множество пузырьков, поднимающихся со дна. Он обеспечивает прекрасный массаж, делая кожу более гладкой и упругой. От гидромассажа гейзер отличается тем, что через донное плато подается струя теплого воздуха, которая превращается в миллионы мельчайших пузырьков, проходя через воду, а на поверхности видно интенсивное бурление.

Оборудование, необходимое для гейзера: аэромассажное плато (квадратное, круглое или прямоугольное), компрессор низкого давления (генератор воздуха) с воздушным фильтром, щит управления, трубопровод и пневматическая кнопка. Обычно гейзер изготавливается из нержавеющей стали, а включается пневматическим блоком управления [28].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 12 – Донный гейзер

Устройство, изображенное на рисунке 13, создающее искусственное течение - противоток служит для поддержания хорошей физической формы и обеспечения жизненной силы. Среди большого числа фирм, поставляющих такое оборудование, рекомендуется выбрать оборудование «Fitstar» как самое эффективное и долговечное. Оно выполнено из бронзы, которая стабильна и прочна на излом, не портится и не корродирует.

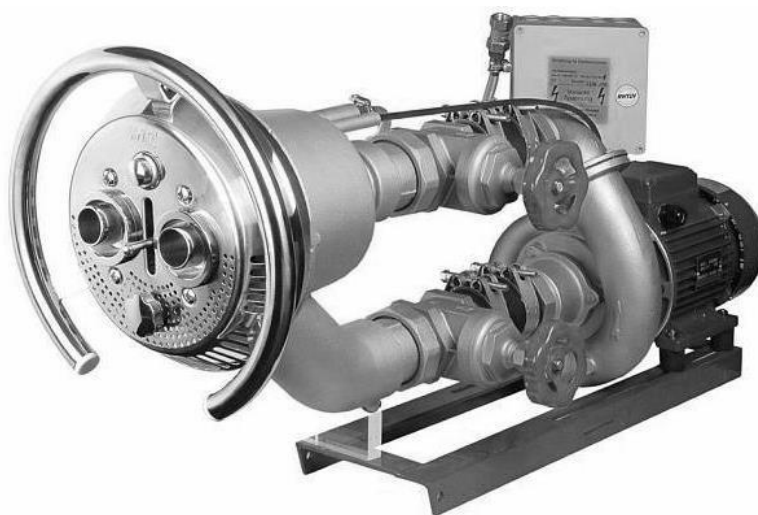


Рисунок 13 – Противоток

Подводные динамики, изображенные на рисунке 14, позволят слушать музыку, находясь под водой. Необычная технология предотвращает искажения звука, которые будут, если, находясь под водой, слушать колонки, расположенные на его бортиках.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

24



Рисунок 14 – Подводные динамики из нержавеющей стали

В настоящее время при сооружении резервуаров все чаще используются фитинги и трубы для бассейнов из поливинилхлорида (ПВХ), применяемые для холодного водоснабжения. Подобные изделия включают в себя углы, тройники, шаровые краны, муфты и т.д. Их соединение производится с использованием специального клея. Процесс монтажа бассейна, независимо от материала изготовления, предполагает использование разных типов технологий соединения. Фитинги в первую очередь подразделяются в зависимости от способа монтажа [13].

Для стальных труб из нержавеющей стали, как правило, используются резьбовые фитинги. При соединении труб большого диаметра применяются фланцевые фитинги или метод сварного соединения.

#### 2.4 Технический, санитарный и технологический контроль при эксплуатации бассейнов

Эффективная работа общественного бассейна любого назначения неосуществима без реализации систематического технического, санитарного и технологического контроля.

Целью технического контроля является обеспечение безопасности и безвредности для посетителей плавательных бассейнов.

Технический контроль включает в себя следующие требования:

- наличие у администрации официально изданных санитарных правил и методических указаний, требования которых подлежат выполнению;
- осуществление (организацию) лабораторных исследований;



г) паразитологические – производится один раз в квартал;

д) содержание хлороформа (при хлорировании) или формальдегида (при озонировании) – осуществляется один раз в месяц. Отбор проб воды на анализ производится не менее чем в 2-х точках. Поверхностный слой толщиной 0,5 - 1,0 см и на глубине 25 - 30 см от 9 поверхности зеркала воды [12].

Лабораторный контроль воды по этапам водоподготовки проводится с отбором проб воды:

- поступающей (водопроводной) - в бассейнах рециркуляционного и проточного типов, а также с периодической сменой воды;
- до и после фильтров - в бассейнах рециркуляционного типа и с морской водой;
- после обеззараживания перед подачей воды в ванну.

Для оценки эффективности текущей уборки и дезинфекции помещений и инвентаря необходимо не менее одного раза в квартал проведение бактериологического и паразитологического анализов смывов на присутствие общих колиформных бактерий и обсемененность яйцами гельминтов.

Результаты производственного лабораторного контроля, осуществляемого в процессе эксплуатации плавательных бассейнов, направляются один раз в месяц в территориальные центры госсанэпиднадзора.

Администрация бассейна должна иметь журнал, где фиксируются результаты обследования бассейна госсанэпидслужбой (акты) с выводами и предложениями по устранению выявленных недостатков, а также журнал регистрации результатов производственного лабораторного контроля (при этом должна быть указана дата промывки фильтров).

Полная смена воды в ванне бассейна должна сопровождаться механической чисткой ванны, удалением донного осадка и дезинфекцией, с последующим отбором проб воды на анализ [12].

## 2.5 Эксплуатация фильтров и реагентного хозяйства

Чистку съемных сетчатых или перфорированных стаканов следует выполнять металлическими щетками. Во избежание попадания воздуха во всасывающую линию перед выключением одной из волосоловок на чистку



необходимо прикрыть напорную задвижку на работающем циркуляционном насосе, чтобы уменьшить подачу воды на 30-40 %.

Подачу циркуляционных насосов после окончания чистки грубых фильтров следует увеличивать постепенно, во избежание проскока в фильтрат загрязнений, задержанных кварцевыми фильтрами.

Во время ежегодного профилактического ремонта внутренняя поверхность корпуса грубого фильтра должна быть очищена от обрастаний и ржавчины, тщательно высушена и заново покрыта антикоррозионной краской.

Эксплуатация скорых напорных фильтров с зернистой загрузкой. Эффективность очистки циркулирующей воды во время эксплуатации бассейна в значительной степени зависит от качества загрузки фильтра. Поэтому при заполнении фильтров особое внимание должно быть уделено подбору гранулометрического состава фильтрующей загрузки, тщательному отсеиванию ее отдельных фракций и промывке песка. Фильтры следует загружать послойно, используя для транспортирования песка эжектор, к которому в качестве рабочей среды подведена вода с давлением 0,35-0,5 Мпа. Применение эжектора позволяет качественно отмыть частицы песка от глины и прочих загрязнений [20].

После загрузки каждого слоя целесообразно производить отмывку песка. После отмывки песка и завершения заполнения фильтры, перед пуском в эксплуатацию, подвергаются длительной промывке, первой ступенью которой является продувка сжатым воздухом в течение 20 - 30 мин с интенсивностью 20 л/с·м<sup>2</sup>. Затем в течение 30 - 60 мин производится отмывка загрузки водой с интенсивностью до 20 л/с·м<sup>2</sup>. После ее окончания фильтры должны быть опорожнены и вскрыты для обязательного удаления верхнего слоя загрузки толщиной 50 мм, содержащего мелкие частицы песка и окалины. Затем фильтры вновь наполняют водой, и они могут быть включены в работу.

Эффективная промывка фильтра значительно улучшает качество воды. Поскольку процесс обратной промывки следует производить строго согласно предписаниям или указаниям изготовителя. Оптимальный эффект от обратной промывки, при котором фильтрующий слой освобождается от частичек грязи и органических субстанций, наблюдается при времени обратной промывки 6 минут и более. Если разница в давлении чистой и грязной воды составляет 0,3-0,5 бар, производится обратная промывка фильтра. Или же ее необходимо

производить минимум 2 раза в неделю для обеспечения безупречных гигиенических свойств воды [1, 29].

Во время проведения обратной промывки скоростных фильтров необходимо учитывать следующее:

- соединение атмосферы со свободным пространством;
- понижение уровня воды в фильтрах с одним фильтрующим слоем до датчика стока, в многослойных фильтрах с антрацитом и углем до уровня засыпки фильтрата для дополнительной промывки воздухом;
- непрерывность процесса обратной промывки;
- отвод воды после промывки из фильтра со свободным наклоном;
- отсутствие прямого соединения трубопровода для воды обратной промывки с резервуаром для грязной воды;
- беспрепятственный отвод грязной воды;
- соблюдение скорости обратной промывки (вода 60-65 м/час, воздух 60 м/ч).

Для антрацита и другого легкого фильтрующего материала скорость обратной промывки не должна превышать 50 м/час, чтобы избежать вымывания материала [3].

Для фильтров больших и средних размеров дополнением к обратной промывке водой должна служить обратная промывка воздухом для усиления трения между фильтрующим материалом. Вода для обратной промывки или хранится в специальной емкости, или берется из бассейна, когда он не эксплуатируется купающимися.

Программа обратной промывки для однослойных фильтров предусматривает следующие фазы:

- 1) Снижение уровня воды до датчика стока.
- 2) Обратная промывка с 6-7 минут.
- 3) Скорость промывки 60-65 м/ч при температуре 25 °С.
- 4) Сброс первичного фильтрата в канал.
- 5) Устройство водоподготовки.

Комбинированная обратная промывка водой и воздухом состоит из следующих фаз:

- 1) Снижение уровня воды до датчика стока.
- 2) Обратная промывка водой 3 минуты; скорость промывки 60-65 м/ч при температуре 25 °С.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

3) Обратная промывка воздухом 5 минут, скорость промывки 60 м/ч.

4) Обратная промывка водой 3-5 минут; скорость промывки 60-65 м/ч при температуре 25 °С.

5) Сброс первичного фильтрата в канал.

6) Устройство водоподготовки.

Обратная промывка фильтра воздухом имеет смысл для фильтров с несколькими фильтрующими слоями. Такая промывка способствует взрыхлению фильтрующего материала. Благодаря взаимному трению, значительно облегчается вынос частичек грязи и микроорганизмов при промывке водой. Скорость промывки зависит от фильтрующих материалов, для антрацита и других легких материалов она не должна превышать 50 м/ч.

Загрузка фильтра производится свежим промытым песком так же, как и догрузка, перед которой следует удалить верхний слой песка толщиной не менее 30-50 мм [9].

Для проведения анализа на остаточную загрязненность и гранулометрический состав пробы песка необходимо отбирать из фильтра один раз в год.

Для борьбы с остаточными загрязнениями фильтры обрабатываются концентрированным раствором едкого натра из расчета 4-5 кг технического продукта на 1 м<sup>3</sup> загрузочного материала.

В дни профилактического ремонта и санитарной обработки бассейна фильтрующий материал следует обрабатывать хлором, для чего на фильтр в течение 30 мин подают воду, содержащую 50-100 мг/л хлора. Фильтр сбрасывают в сток, при этом его последняя порция проверяется на содержание хлора, которого должно быть не менее 30-40 мг/л.

Помещение для хранения реагентов должны находиться в непосредственной близости от баков реагентного хозяйства. Загрузка склада реагентами должна производиться через наружные двери или оконные проемы, при этом двери, ведущие внутрь здания, должны быть герметично закрыты. Чертеж с помещением

Особое внимание следует уделять тому, чтобы реагенты находились в сухом состоянии.

Количество реагента, загружаемого в бак, отмеряют по массе или объему. После окончания затворения и перемешивания следует определить концентрацию раствора титрованием. Растворы реагентов дозируются в

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соответствии с расчетами, выполненными специалистами-химиками. Расход раствора через поплавковый дозатор следует контролировать объемным способом каждые 1-1,5 ч.

Для автоматического дозирования химических реагентов в бассейн используют специальное дозирующее оборудование.

В состав автоматической станции дозирования реагентов для бассейна входит: емкость с химическим реагентом; насос дозатор; датчик реагента; микропроцессорный контроллер, управляющий работой дозирующей станции

По комплексности исполнения различают дозирующие станции на один, два или три параметра: обеззараживание, коррекция рН и дозирование коагулянта или флокулянта для связывания и фильтрации механических примесей. Такие станции могут быть смонтированы в одном корпусе, оснащенный общим контроллером сразу для нескольких показателей, или представлять собой комплекс из двух-трех отдельных станций [11].

Выводы по разделу два

- 1) В данной главе были рассмотрены типы и конструкции бассейнов.
- 2) На основании изученного материала проектируем обратную систему водоснабжения и водоотведения для бассейна переливного типа, криволинейной формы с круглогодичным использованием чаши бассейна.
- 3) Водообмен в бассейне предусматривается с рециркуляцией воды с целью энерго и ресурсоснабжения.
- 4) Подобраны фильтры, теплообменник, типы лотков, форсунок, донников. Для оздоровления подобраны аттракционы.

### 3 САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

#### 3.1 Санитарные требования, предъявляемые к вспомогательным помещениям, ваннам бассейнов

При эксплуатации плавательного бассейна, независимо от его назначения, во всех вспомогательных помещениях и на территориях, где бывают посетители бассейна, должны соблюдаться необходимые меры профилактики инфекционных заболеваний. Основные санитарно-гигиенические требования сводятся к следующему:

- к плаванию допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр;
- вход в воду разрешается только тем посетителям, которые тщательно вымылись горячей водой с мылом под душем, имеют чистый купальный костюм и прошли через ножную ванночку с проточной водой;
- посетители в купальных костюмах не должны соприкасаться с посетителями в верхней одежде. Пребывание в верхней одежде в зале бассейна не разрешается [20];
- при организации в бассейне проката купальных костюмов и полотенец должны быть обеспечены необходимые условия для их санитарной обработки;
- медицинский, учебный и технический персонал должны пройти медицинский осмотр и иметь сменную обувь и чистую спецодежду для входа на обходные дорожки ванн бассейна;
- графики движения пловцов и зрителей не могут пересекаться;
- планировка и состав вспомогательных помещений и территорий должны отвечать технологическим требованиям и обеспечивать условия движения спортсменов и зрителей без встречных и перекрещивающихся потоков [6];
- необходимо, чтобы медицинский персонал бассейна, а также районная СЭС, осуществляли систематический контроль за санитарным состоянием бассейна и выполнением правил внутреннего распорядка;
- продолжительность пребывания посетителей в ванне устанавливается в зависимости от принятых технологических правил;
- необходимо ежедневно осуществлять уборку помещений и территорий, а также тщательную дезинфекцию 0,5-1%-м раствором хлорамина с протиркой

скамеек, дверных ручек, поручней, ковриков, полов и стен, облицованных плитками;

- полы и стены в зале ванны бассейна и в подсобных помещениях (душевых, туалетах) следует дезинфицировать 5%-м раствором хлорамина или хлорной извести [30];

- в помещениях душевых, санитарных узлов, зала ванны, а также во вспомогательных помещениях должны быть предусмотрены поливочные краны с подводкой холодной и горячей воды для обеспечения влажной и мокрой уборки;

- особое внимание необходимо обращать на чистку и дезинфекцию обходных дорожек и ножных ванночек;

- водная обходная дорожка, особенно вокруг ванны летних открытых бассейнов, должна содержаться в чистоте, ежедневно дезинфицироваться и быть оборудована устройством для подачи и удаления воды по проточной схеме;

- все ванны и отделения ванн бассейна должны поддерживаться в чистоте и подвергаться систематической чистке и дезинфекции;

- при благоприятных физико-химических и бактериологических анализах в соответствии с СанПиН рекомендуется сливать воду из ванны бассейна не реже одного раза в месяц, даже если качество воды хорошее [13]. При соблюдении всех известных правил и рекомендаций по очистке и обеззараживанию воды качество ее может оставаться стандартным более длительный срок. Необходимо только вести систематический контроль по показаниям приборов и по результатам физико-химических и бактериологических анализов проб воды, которые СЭС проводит ежемесячно. Опорожнение ванн и чистку оборудования можно проводить по согласованию с СЭС раз в квартал;

- в ваннах при проточной системе водообмена чистку и дезинфекцию следует производить не реже 1 раза в месяц;

- в детских ваннах спуск воды и дезинфекцию необходимо проводить не реже 3-х раз в месяц;

- в лечебных ваннах, работающих по схеме одноразового использования, дезинфекцию надлежит проводить ежедневно;

- ванна бассейна до проведения дезинфекции должна быть очищена щетками и вымыта с применением моющих средств (сода, мыла) и последующим смывом горячей водой из шланга;

- дезинфекцию ванны рекомендуется производить с применением 5%-го раствора хлорамина или 2,5%-го раствора хлорной извести с последующим двукратным смывом водой (спустя 1 ч после нанесения раствора) [7];

- медицинский персонал и ответственные технические работники бассейна обязаны систематически вести контроль за состоянием всего санитарно-технического оборудования, его нормальным функционированием во всех помещениях, на территориях и площадках бассейна, включая технологическое оборудование, обеспечивающее высокое качество воды в ванне бассейна.

### 3.2 Санитарно-гигиенические требования к качеству воды

Технология нормального функционирования искусственных плавательных бассейнов, особенно спортивных и оздоровительных, весьма специфична. В процессе приема водных процедур, плавания и купания вода должна иметь такие же высокие санитарно-гигиенические показатели, как и питьевая вода. Это касается главным образом органолептических, токсикологических и микробиологических показателей качества воды, обеспечивающих высокую санитарно-гигиеническую надежность, исключая какие – либо спорадические и эпидемические заболевания [3].

Вода, находящаяся в ванне бассейна, может быть благоприятной средой для размножения бактерий, попавших в нее от посетителей и из воздуха. Как показывают наблюдения многих исследователей, основное количество загрязнений в ванну вносится посетителями. 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 от нескольких десятков тысяч. Поэтому вода в ванне бассейна должна быть бактерицидной и способной уничтожать вносимые бактериальные загрязнения.

Качество воды оценивается по трем параметрам: физическим, химическим и бактериологическим.

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

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- химические – окисляемость, рН, содержание хлоридов, аммиака, алюминия, фтора, железа, хлора, озона;

- бактериологические – общий счет бактерий, коли-титр, болезнетворные бактерии [1].

Требования, предъявляемые к качеству воды, сводятся к следующему:

- вода, применяемая для хозяйственно – питьевых нужд и подаваемая в ванну бассейна, должна соответствовать нормативным требованиям;

- в случае использования морской воды (по согласованию с органами Госсанэпиднадзора при дефиците воды питьевого качества) для ванн бассейнов с проточным водным режимом, ее качество должно отвечать гигиеническим требованиям нормативной литературы;

- необходимо, чтобы вода была высокой прозрачности и низкой цветности, с приятным внешним видом (изумрудно – голубой оттенок), не имела резкого запаха хлора и не вызывала раздражения глаз и носа у пловцов;

- в воде бассейнов не допускается содержание химических веществ выше ПДК, утвержденных СанПиН для воды водоемов хозяйственно – питьевого и культурно – бытового водопользования.

В практике эксплуатации бассейнов с рециркуляционной оборотной схемой водообмена допускается увеличение содержания хлоридов до 50–60 мг/л, а альбуминоидного и минерального аммиака – до 0,05 мг/л. О росте органических загрязнений в воде можно также судить по изменению окисляемости, которая не должна быть больше 4 мг/л.

При появлении в воде нитратов и других форм азота, что свидетельствует о появлении бактериальных загрязнений, требуются повторный отбор проб и дополнительное определение содержания энтерококков, которых не должно быть больше 1 в 10 мл.

Температуру воды в ванне бассейна необходимо поддерживать по рекомендациям. Температура должна быть для взрослых 24–26°C, а для детей - 30°C; в открытых бассейнах летом – 27°C, зимой – 28°C; для обучающихся плавать – 28°C. Специалисты рекомендуют следующую температуру воды: для спортивных бассейнов – 26–29°C в крытых и 25°C в открытых, а для купально-оздоровительных соответственно 28–30°C в крытых и до 27°C [5].

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



### 3.3 Санитарные требования к воде для заполнения бассейна

Качество исходной воды для заполнения и подпитки бассейна должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды согласно санитарным правилам и нормам, вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена в бассейне, а также к качеству горячей воды согласно санитарным правилам и нормам, если ее используют для заполнения или подпитки.

Воду, используемую для заполнения, следует предварительно очищать, если в ней превышены показатели, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к воде для заполнения бассейна

Наименование показателя	Норматив	Единица измерения
цветность	15	градусы
жесткость общая	7,0	мг-экв/л;
железо	0,3	мг/л;
марганец	0,1	мг/л;
аммоний	2,0	мг/л;
полифосфат остаточный как (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3,5	мг/л.

### 3.4 Требование к подготовленной воде и воде бассейна

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

Таблица 3 — Технологические нормативы качества воды в ванне бассейна

Наименование показателя	Норматив	Метод определения. Обозначение нормативного документа
Водородный показатель рН, единицы рН	7,2-7,6	Измеряют рН-метром, погрешность не более 0,1 ед. рН

Продолжение таблицы 3

Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	750-780	Измеряют рН-метром, погрешность не более 20 мВ
Жесткость общая, мг-экв/л, не более	5,0	Титриметрия
Окисляемость перманганатная (превышение над исходной), мг/л	0,5-1,0	Титриметрия
Железо общее, мг/л, не более	0,3	Фотометрия
Прозрачность	Безупречный просмотр всего дна бассейна	Визуальный, по кресту
Сульфаты**, мг/л, не более	500	Гравиметрия (ГОСТ 4389), титриметрия,
Хлориды**, мг/л, не более	350	Титриметрия (ГОСТ 4245)
Нитраты, мг/л, не более	40	Фотометрия (ГОСТ 18826)
Связанный хлор, мг/л, не более	0,8	Титриметрия (ГОСТ 18190)
Озон	Отсутствие	Титриметрия (ГОСТ 18301)
Остаточная массовая концентрация добавляемых реагентов, мг/л, не более	ПДК	

\*\*Сумма массовых концентраций хлоридов и сульфатов, выраженных в долях ПДК каждого из этих веществ в отдельности, не должна быть более 1. [7].

Для соблюдения условий к качеству подготовленной воды, поступающей в ванну бассейна, следует поддерживать в пределах, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 — Требования к подготовленной воде

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя в подготовленной воде	
		Не менее	Не более
Мутность	мг/л	0,2	0,5
Цветность	градусы	00	50
Водородный показатель	Единицы рН	7,2	7,6
Нитраты (превышение над концентрацией в исходной воде)	мг/л	0	20,0
Перманганатная окисляемость (превышение над величиной в исходной воде) как O <sub>2</sub>	мг/л	0	0,2
Окислительно-восстановительный потенциал, по отношению к Ag/AgCl; 3,5 М КСl	мВ	750	780
Свободный хлор в ванне:			
а) все бассейны;	мг/л	0,3	0,5
б) бассейны для ходьбы, контрастные бассейны, проходные ножные ванны;	мг/л	0,3	0,6
в) гидромассажные ванны	мг/л	0,7	1,0
Связанный хлор*	мг/л	-	0,2

\*Не распространяется на бассейны с непрерывным потоком исходной воды.

### 3.5 Требования к сбросу воды

Сброс загрязненной воды из ванн бассейнов в зависимости от местных условий осуществляют в ливневую или хозяйственно-бытовую канализацию, а при наличии локальных очистных сооружений и положительного санитарно-

эпидемиологического заключения — в водный объект с соблюдением требований санитарных правил и норм.

Сброс воды от промывки фильтров, от проходных ножных ванн, с обходных дорожек, от мытья обходных дорожек, переливных лотков, стен и дна ванн бассейнов осуществляют в хозяйственно-бытовую канализацию. Также сброс воды от промывки фильтров, по согласованию с представителями организаций, эксплуатирующих местные инженерные сети, и уполномоченными надзорными органами, может быть отведен в ливневую канализацию.

Присоединение бассейнов к канализационным трубопроводам должно исключать возможность обратного попадания стока и запаха из канализации в бассейны. С этой целью трубопроводы должны иметь гидравлические затворы и разрыв струи перед ними [12].

Опорожнение ванны бассейна, оборудования и трубопроводов, сброс промывных вод в канализацию осуществляют самотеком с разрывом струи высотой не менее 20 мм через воронку, бак разрыва струи или водосборный приямок. При невозможности осуществить опорожнение самотеком допускается напорный слив самовсасывающим насосом непосредственно в канализацию с обязательным устройством на сливной магистрали разрыва струи.

### 3.6 Обеззараживание воды бассейна

Обеззараживание воды, подаваемой в ванны плавательных бассейнов, является обязательным. Качество воды в ванне бассейна в значительной степени зависит от способа и режима обеззараживания воды.

Существующие методы дезинфекции воды бассейнов можно подразделить на реагентные, безреагентные, комбинированные.

К реагентным методам относятся хлорирование, озонирование, олигодинамия (обработка ионами серебра и меди), бромирование, йодирование и др.

К безреагентным - обработка бактерицидными лучами, ультразвуком и др.

В комбинированных методах одновременно применяются 2 (или более) способа обеззараживания или несколько дезинфектантов, один из которых способен в течение длительного времени сохранять свою активность в воде.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наилучший результат достигается при комбинации какого-либо метода с хлорированием, при котором присутствие остаточного хлора в воде ванны бассейна создаёт эффект пролонгированного дезинфицирующего действия [30].

Для обеспечения надлежащего санитарного состояния вода бассейна должна быть бактерицидной, т.е. способной уничтожать вносимые бактериальные загрязнения. Поэтому для обеззараживания должны применяться такие методы, которые придают воде бактерицидные свойства в течение длительного времени. Такому требованию удовлетворяют почти все реагентные методы, а безреагентные, напротив, не способны придавать воде свойства бактерицидности, т.е. не обладают "остаточным последствием", но уничтожают споровые и другие формы бактерий.

В проточной системе водообмена может применяться практически любой из известных способов обеззараживания.

В наливных бассейнах рекомендуется применять реагентные методы дезинфекции воды, обеспечивающие продолжительный бактерицидный эффект.

Хлорирование - процесс обеззараживания воды с применением газообразного хлора ( $Cl_2$ ) или хлорсодержащих соединений, вступающих в реакцию с водой или с растворенными в ней солями. Количество хлора, содержащееся в реагенте и способное вступить во взаимодействие с составными частями клеток микроорганизмов и другими примесями воды, характеризует концентрацию активного хлора.

Обеззараживание воды хлором или хлорсодержащими препаратами производится такими дозами, чтобы после полного окисления бактерий и органических веществ во всех водных участках бассейна постоянно регистрировался избыток хлора – остаточный свободный хлор в количестве не менее 0,3 – 0,5 мг/л [7].

При длительной циркуляции воды может наблюдаться привыкание бактерий, микроорганизмов и даже амёб к минимально допустимой концентрации остаточного хлора. Образовавшиеся устойчивые формы можно уничтожить, периодически применяя ударное хлорирование воды или комбинированный метод ее обеззараживания (например, хлорирование и бактерицидное облучение ультрафиолетом).

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

В общественных бассейнах с применением автоматического дозирования используют газообразный хлор ( $\text{Cl}_2$ ).

Хлор-газ из промежуточного баллона проходит фильтр для очистки от пыли, редуктор для снижения давления, далее (через регулировочный кран) ротаметр – измеритель расхода газа, а затем поступает в смеситель, где газ смешивается с водой. Образовавшаяся хлорная вода подается во всасывающую линию насоса или в специальный смеситель, где она смешивается с водой, подвергаясь обеззараживанию.

Двуокись хлора ( $\text{ClO}_2$ ) имеет такие же бактерицидные свойства, как и жидкий хлор, кроме того, она является надежным средством для уничтожения привкусов, запахов и цветности воды.

Гипохлорит натрия  $\text{NaOCl}$  («Хлорин жидкий») применяют в общественных и частных бассейнах с применением автоматического дозирования. Обеззараживающее действие гипохлорита натрия основано на его гидролизе, в результате которого образуется хлорноватистая кислота  $\text{HClO}$ , являющаяся сильным дезинфектантом.

Дозирование раствора  $\text{NaClO}$  производится с помощью эжектора или насоса-дозатора в частных бассейнах – в трубопровод с очищенной водой (после песчаного фильтра), в общественных бассейнах – перед фильтром, а при обеззараживании озоном или УФ-излучением – после фильтра.

Бромирование – эффективный и простой метод обеззараживания воды для бассейнов. Как дезинфектант бром обладает аналогичным с хлором пролонгирующим действием.

В воде бассейна доза остаточного брома должна быть 0,8-1,5 мг/л, что несколько больше хлора, но он не оказывает отрицательного действия на человека, не образует азотных соединений с резким запахом и не токсичен как хлор. Он убивает бактерии, вирусы и грибки и способствует удалению органических примесей из воды путем окисления. Также этот реагент устойчив к действию солнечной радиации [30].

Метод йодирования эффективен в отношении бактерий и вирусов и недостаточно эффективен при воздействии на микробные токсины и фенольные соединения. Еще одно ограничение на распространение метода йодирования накладывает появление специфического запаха при растворении йода в воде. Поэтому йодирование воды в целях ее обеззараживания не выдерживает конкуренции с традиционным хлорированием.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Для обеззараживания воды в плавательных бассейнах возможно применение и бесхлорных реагентов, таких как 35% раствор пероксида водорода ( $H_2O_2$ ), дезинфицирующий эффект которого основан на действии радикала кислорода (называемого активным кислородом), а не молекулярного кислорода ( $O_2$ ), содержащегося в воздухе.

В связи с относительно большой скоростью рекомбинации активного кислорода (образования молекулярного кислорода, не обладающего бактерицидными свойствами), его дезинфицирующее воздействие меньше, чем у хлора или озона. Поэтому данный метод не рекомендуется применять в общественных бассейнах.

Озон — аллотропная форма кислорода — является одним из наиболее эффективных дезинфектантов. В высоких концентрациях это синеватый ядовитый газ с резким запахом.

При обработке воды озоном следует обеспечить надёжную защиту оборудования бассейна от коррозии. Обогащенная озоном вода может оказать разрушающее воздействие на трубы, фитинги и покрытие чаши бассейна, выполненные из полиэтилена и полипропилена.

Олигодинамия — это воздействие ионов благородных металлов на микробиологические объекты — это золото, медь и серебро. Наиболее распространенным методом для практических целей является применение серебра, иногда используются бактерицидные растворы на основе меди. Этот способ вряд ли получит широкое распространение; кроме того, доказана токсичность ионов тяжелых металлов для человека [11].

Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами, имеющими наибольший бактерицидный эффект в спектре с длиной волны 200-300 нм, является чисто физическим (безреагентным) методом. Бактерицидные лучи изменяют внутреннюю структуру микроорганизмов и уничтожают все виды бактерий, в том числе их споровые и хлороустойчивые формы.

При совместной обработке воды хлором и бактерицидными лучами содержание общего остаточного хлора может быть снижено до 0,3 мг/л.

Обработку воды бактерицидными лучами производят в напорных установках, которые монтируют на циркуляционном трубопроводе (с обводной линией) после фильтровальной установки до точки ввода обеззараживающего реагента (хлора), обладающего «остаточным последствием» и прилающего воле бактерицильные свойства.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Бактерицидную установку следует размещать в отапливаемых помещениях с влажностью воздуха, не превышающей 70%. В процессе эксплуатации установок требуется периодическая замена кварцевых ламп, срок службы которых составляет около 12000 часов.

Системы автоматического управления химическим составом воды предназначены, для автоматического измерения параметров воды и дозирования необходимого количества химических реагентов. Эти системы поставляются в комплекте с насосами дозирования химикатов, они работают в полностью автоматическом режиме [6].

Измерение химических параметров воды происходит при помощи измерительно-регулирующей установки, которая сравнивает установленные параметры с текущими и по мере необходимости происходит дозирование реагента для поддержания на нужном уровне рН и содержания в воде дезинфицирующего средства.

На отечественном и зарубежном рынке большое количество станций дозирования. Выбор должен осуществляться на основании производительности требуемым дозам реагентов, по объему бассейна, по расходу воды оборотной системы.

Подача реагентов осуществляется в напорную трубу при помощи дозаторов.

#### Выводы по разделу три

1) Для очистки и обеззараживания воды бассейна в комплексе «Ленивые тюлени» был принят комбинированный метод обеззараживания воды. При комбинации методов снижается расход хлорсодержащих реагентов.

2) После коагулирования и прохождения фильтровальной установки воды поступает на нагрев в пластинчатый теплообменник, обработку на озонаторной установке, затем происходит хлорирование и заключительный этап — это и ультрафиолетовая обработка.



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

### 4.1 Расчет параметров оборотного водоснабжения

Для расчетов систем рециркуляции используется документация: СанПиН 2.1.2.1188-03 "Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89 "Проектирование бассейнов", Свод правил по проектированию и строительству СП 31-113-2004. Бассейны для плавания [3, 9, 13].

Для расчёта и подбора оборудования разработана принципиальная схема водоподготовки бассейна, представленная на листе 1.

Допустимую нагрузку на бассейн в единицу времени выводят из площади зеркала воды бассейна, частоты посещений в час и площади зеркала воды на одного человека по формуле 6 Согласно ГОСТ 53491.1-2009 Бассейны. Подготовка воды. Часть 1.

$$N = A \cdot \frac{n}{a}, \quad (4.1)$$

где  $N$  – допустимая нагрузка, ч;

$A$  – площадь зеркала воды бассейна,  $m^2$ ;

$n$  – частота посещений, ч;

$a$  – площадь зеркала воды на одного человека, м.

$$A_{\text{общ}} = 390 \text{ м}^2$$

$$A_{\text{леж}} = 68 \text{ м}^2$$

Для общей зоны:

$$N_{\text{общ}} = 390 \cdot \frac{1}{8} = 49 \text{ чел}$$

Для зоны лежаков и гидромассажа

$$N_{\text{леж}} = 3 \cdot 36 = 108 \text{ чел}$$

Циркуляционный расход рассчитывают как произведение допустимой нагрузки и минимального циркуляционного расхода на каждого посетителя, который согласно санитарным правилам и нормам зависит от

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

выбранной системы обеззараживания воды и составляет при хлорировании в сочетании с озонированием – 1,6 м<sup>3</sup>/ч по формуле:

$$Q = NQ_{\text{пр}} = A \cdot n/a \cdot Q_{\text{пр}} \quad (4.2)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – минимальный циркуляционный расход на посетителя, м<sup>2</sup>/ч.

Циркуляционный расход для гидромассажных ванн ограниченного использования вычисляется по формуле:

$$Q = NQ_{\text{пр}} = nPQ_{\text{пр}} \quad (4.3)$$

Циркуляционный расход для общей зоны:

$$Q_{\text{общ}} = 49 \cdot 1,6 = 79 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Циркуляционный расход для зоны лежаков и гидромассажа:

$$Q_{\text{леж}} = 108 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 129 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Итого расход циркуляции составит:

$$Q = Q_{\text{общ}} + Q_{\text{леж}} = 79 + 129 = 208 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Основные объемные и временные показатели работы бассейна указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Основные объемные и временные показатели работы бассейна

СанПиН	Кратность	Единица измерения	8,30
	Расход суточный	м <sup>3</sup> /сут	5448,00
	Время работы	час	14
	Время заполнения	час	48
	Полный водообмен	час	2,92
Расчетный часовой расход	При заполнении	м <sup>3</sup> /ч	13,80
Расчетный часовой расход по СанПиН	При циркуляции	м <sup>3</sup> /ч	227,00
Подпиточный расход по СанПиН	50л/сут на 1 чел. (N=97чел)	м <sup>3</sup> /ч	2,83(из расчета 14 часов работы)

Продолжение таблицы 5

Скорость подачи воды		м/с	2,00
----------------------	--	-----	------

Для оздоровительного бассейна период полного водообмена составляет не более 6 часов.

#### 4.2 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации

Фильтровальная группа предлагается исходя из расчетных параметров системы циркуляции.

Определение объема воды, проходящего через фильтр, рассчитывается по формуле:

$$Q_{ц} = \frac{V}{T}, \quad (4.4)$$

где  $Q_{ц}$  – циркуляционный расход фильтра, м<sup>3</sup>/ч;

$V$  – объем воды, содержащийся в чаше бассейна, м<sup>3</sup>;

$T$  – время полного водообмена, ч.

Циркуляционный расход оздоровительного бассейна составляет 208 м<sup>3</sup>/ч.

Для надежности системы очистки воды и из условия работы насоса фильтровальной установки – время работы насоса 12 часов в сутки, а также согласно [6], время полного водообмена не более 6 часов. При скорости фильтрования 20 м/ч и циркуляционного расхода 208 м<sup>3</sup>/ч необходима площадь фильтрования 4,0 м<sup>2</sup>.

Исходя из нормы скорости фильтрации для общественных бассейнов не более 20м/с и рециркуляционного расхода подбираем к проектированию 4 фильтровальных установки «TEIDE», 76 м<sup>3</sup>/ч, диаметром 1800 мм и высотой 1915 мм, с площадью фильтрации 2,54 м<sup>2</sup>, загрузка 3175 кг, фракция 0,4-0,8.

К фильтру подбираем 3 насоса (2 раб+1 резервный) «STAR 100 100/80 Espa», 115 м<sup>3</sup>/ч, N=7,5 кВт, которые работают попеременно в автоматическом режиме.

#### 4.3 Описание вспомогательного оборудования

В качестве вспомогательного оборудования в бассейне используется пылесос для чистки дна и стен. В корпусе вакуумного очистителя установлена

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

специальная силиконовая мембрана, благодаря ее специальной конструкции, при всасывании, вакуумный пылесос приводится в движение.

Для захода в чашу бассейна предусмотрены дополнительно две лестницы из нержавеющей стали с антискользящими ступенями, а бетонные лестницы с поручнями. Для монтажа основного оборудования используются анкера локального применения. Основные заходы в чашу предусмотрены по бетонным спускам в конструкции чаши, с установленными на них поручнями.

В бассейне предусмотрены три гидромассажные зоны с сидячими и стоячими местами. Одна из массажных зон оборудована донным гейзером. Форсунки расположены в стенах чаши бассейна. Также запроектированы две зоны с массажными лежаками.

#### 4.4 Расчет впускных устройств

При вертикальном прохождении потока его интенсивность и распределение подачи воды должны быть подобраны так, чтобы на каждые 8 м площади горизонтальной поверхности приходилось одно впускное устройство. В бассейнах или частях бассейна глубиной менее 1,35 м одно впускное устройство должно приходиться на каждые 6 м. Впускные устройства следует расположить на дне бассейна так, чтобы указанные зоны соприкасались. Неохваченные зоны могут составлять не более 4 м, а в бассейнах или частях бассейна глубиной менее 1,35 м - не более 3 м. Соблюдение этих условий особенно важно для бассейнов с непрямоугольной горизонтальной проекцией. Количество впускных устройств:

$$S = 528,35/8=66\text{шт.}$$

#### 4.5 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода

Потери по длине потока определяются по формуле:

$$h_{\text{дл}} = \frac{\lambda L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.5)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения при течении воды;

L – длина трубопровода, м;

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

- d – диаметр трубопровода, мм;  
 v - скорость течения, принятая 1,5 м/с;  
 g – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна

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:

$$H_p = H_{\text{геом}} + \sum H_{\text{totl}} + H_f + H_g \quad (4.6)$$

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

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

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

$H_g$  – наименьший гарантированный напор в сети, 2 м.

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

Параметры принятого насоса:  $q = 115 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 8 \text{ м}$ .

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.

#### 4.6 Расчет и подбор водозабора, переливной ёмкости, донных сливов и форсунок подачи воды

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.

Переливная емкость определяется как 5-10% от емкости воды в бассейне, для данного бассейна необходимо 2 бака объемом  $10 \text{ м}^3$ .

Габариты бака: длина – 4 м; ширина - 2,5 м;  $h$  - 1 м.

Бак представляет собой железобетонный резервуар, пристроенный к ванне бассейна.

Донный слив необходим для опорожнения бассейна. Необходимо 2 донных слива для обеспечения опорожнения бассейна в течении 12 часов.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для обеспечения необходимой пропускной способности диаметр трубопровода должен быть не менее 63 мм.

Устанавливаются донники в глубокой (по уклону) части бассейна.

Пропускная способность одной форсунки 2,2 – 7 м<sup>3</sup>/ч, при производительности фильтра – 115 м<sup>3</sup>/ч и учета обеспечения отсутствия «мертвых зон» необходимое количество для равномерности распределения потока воды, принимаем – 9 шт. Форсунки имеют возможность регулирования своей пропускной способности и регулирования потока воды ко дну и поверхности бассейна.

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.

#### 4.7 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды

Для нагрева воды бассейна используется пластинчатый теплообменник с производительностью 1280 кВт

Общая производительность нагревателя рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_s = (V \cdot C (t_B - t_K) / Z_a) + Z_u \cdot S \quad (4.7)$$

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/м<sup>2</sup>.

$$Q_s = (661500 \cdot 1,163 \cdot 35) / 48 + 1000 \cdot 60 = 1312337 \text{ Вт}$$

Принят один теплообменника 1280 кВт. Первичный нагрев составит примерно 50 часов.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

#### 4.8 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 коагуляции хорошо перемешивается благодаря своей консистенции, не подвержен влиянию низких температур, не зависит от уровня рН. Также коагулянт устраняет из воды ионы металлов (железо, 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  $m^3$ . Тогда часовой расход коагулянта определяется по формуле:

$$W_{\text{час}} = Q_{\text{час}} \cdot D_A \quad (4.8)$$

где  $Q_{\text{час}}$  – расход воды,  $m^3/ч$ ;

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

Для бассейна под открытым небом  $42m \times 18 m$ :

$$W_A = 227 m^3/ч \cdot 0,5 \text{ мл}/m^3 = 8,0 \text{ мл}/ч \text{ или } 0,192 \text{ л}/сут.$$

Дозу подщелачивающего реагента определяем по формуле:

$$D_{\text{щ}} = K_{\text{щ}} (D_k / e_k = \text{Щ}_o) + 1 \quad (4.9)$$

где  $K_{\text{щ}}$  - коэффициент, равный для извести (по СаО) – 28, для соды (по  $Na_2CO_3$ ) – 53;

$D_k$  – максимальная в период подщелачивания доза безводного коагулянта, мг/л;

$e_k$  – эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг-экв/л, принимаем для СТХ равной 60;

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51



$\text{Щ}_0$  – минимальная щелочность воды, мг-экв/л.

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

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 России.

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.

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:

$$Q_{\text{Cl}} = Q_{\text{час}} \cdot D_{\text{Cl}} / 1000 \quad (4.10)$$

где  $Q_{\text{час}}$  – расход обеззараживаемой воды, м<sup>3</sup>/ч;

$D_{\text{Cl}}$  – расчетная доза активного хлора в г/м<sup>3</sup>.

Для четвертой системы часовой расход активного хлора равен:

$$Q_{\text{Cl}} = 227 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,5 \text{ мг/л} / 1000 = \text{или } 8 \text{ г/ч}$$

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).

Для дезинфекции воды в автоматическом режиме обязательно используется следующее основное оборудование:

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР				

- измерительно-регулирующая установка, которая измеряет физико-химические параметры воды, сравнивает их с заданными и даёт командные сигналы дозирующим установкам в случае разности установленного значения и реального;

- дозирующая установка для корректировки значения рН;

- дозирующая установка для дезинфицирующего вещества.

Корректировка значения рН в пределах величины 7,2 - 7,8, при которой достигается максимальный обеззараживающий эффект, осуществляется подкислением воды.

Дозу раствора кислоты принимаем 6 мл/м<sup>3</sup> при понижении рН на 0,1 единицу соответственно.

Тогда расходы подкисляющего реагента вычисляются по формуле:

$$W_A = Q_{\text{час}} \cdot D_A \quad (4.11)$$

где  $Q_{\text{час}}$  – расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

$D_A$  – максимальная доза реагента при изменении рН на 0,1 единицу, мл/м<sup>3</sup>.

$$W_A = 120 \cdot 6 = 720 \text{ мл/ч или } 17,28 \text{ л/сут}$$

Для данного бассейна принят комбинированный метод обеззараживания: обеззараживание озоном вместе с хлорированием гипохлоритом натрия.

Согласно нормам при обеззараживании воды бассейна гипохлоритами следует принимать дозу до 1 мг/л. Комбинированные методы позволяют значительно сократить расход реагентов, понизить дозу остаточного хлора до 0,3 мг/л, и, следовательно, улучшить качество воды.

Ввод обеззараживающих реагентов осуществляется после нагревательных установок. 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 0,3 мг/л. Необходимый часовой расход активного хлора определяем по формуле (4.10).

$$Q_{\text{Cl}} = 120 \cdot 0,3/1000 = 0,036 \text{ кг/ч или } 36 \text{ г/ч}$$

Время, на которое заготавливают раствор гипохлорита натрия принимаем равным 24 ч. Это составит 864 г активного хлора, а значит 4,1 л готового

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сиропобразного раствора гипохлорита натрия (т.к. содержание активного хлора в растворе гипохлорита натрия 208 г/л) соответственно.

После прохождения фильтровальной установки воды поступает на нагрев и затем на обработку жидкими реагентами. Озонатор обеззараживает воду путем подачи озона в трубопровод или в чашу бассейна. Подключение озонатора будет происходить в период монтажа или пуско-наладочных работ.

Для обеззараживания предусмотрена станция регулирования и дозации МК-002-4 Junior фирмы «АКОН». Трехканальная станция предназначена для измерения уровня рН, окислительно-восстановительного потенциала (Redox) и концентрации свободного хлора, а также дозирования жидких реагентов с помощью дозирующих насосов из емкостей. Управление происходит с помощью дисплея.

#### 4.9 Описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе

Блок управления фильтрацией предназначен для управления насосами фильтровальной установки и работой теплообменника.

Основные функции и возможности:

-управляемая по времени работа фильтровальной установки с помощью механического таймера.

-управление нагревом бассейна при помощи электронного термостата.

Настройка температуры воды в диапазоне от 10°C до 40°C.

Подпитка свежей водой осуществляется в одну из компенсационную емкость через регулятор уровня, расположенного в этом же баке. Регулятор уровня имеет электроды, которые опущены в емкость. От электродов поступает сигнал на открытие электромагнитного клапана на трубопроводе подпитки В1.

Ввод реагентов в чашу осуществляется автоматически с помощью станции дозирования.

К проектированию принимаем автоматическую станцию регулирования и дозирования жидкого рН и сухого Сl (пастилки хлорсодержащие). Автоматическая станция представляет собой прибор с микропроцессорным управлением. Корпус прибора изготовлен из пластика ABS, который является

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

влагостойким и не боится воздействия агрессивной среды. В комплекте: станция, электроды С1 и рН, емкость для реагентов, калибровочные жидкости.

Для улучшения работы фильтровальной установки и оседания на ней мелкодисперсных взвесей в систему водоподготовки бассейна включено добавление коагулянта.

Доза жидкого коагулянта определяется производителем, так как зависит от процентного содержания активного вещества, примерное содержание  $Al_2O_3$  (активного вещества) – 20,0 %. Рекомендуемая производителем доза коагулянта для очистки вод общественного бассейна составляет примерно 0,1 – 0,5 мл на  $m^3$ .

Минимальная доза коагулянта составит:

$$0,1 \text{ мл} \cdot 227 = 22,7 \text{ мл/ч.}$$

#### 4.10 Расчёт насосов – дозаторов

Ввод реагентов в системы осуществляется с помощью дозирующих установок, которые показаны на схеме 2. 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 противодействия системы, т.е. устанавливается требуемая производительность с помощью потенциометра.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

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

#### 4.11 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

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

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 С 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/м<sup>3</sup>.

Озонаторные установки подбираются исходя из расхода воды, проходящей через них. Принимаем озонатор 100ПВ-Б-3/20-3/2АТ-24С(М) фирмы «Novum». Производительность по озону 45 г/час, N=43 кВт, размеры 450x1500x1850 мм [21].

Принимаем 2 установки «Озон-40ПВ-2Б-12С» 90 г/час.

#### 4.12 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 м<sup>3</sup> воды, концентрация загрязнений в промывной воде составляет 486,8 мг/л.

Пересчитаем концентрацию взвешенных веществ с учетом добавленного коагулянта по формуле:

$$C_v = M + K_k D_k + 0,25Ц + B_{и}, \quad (4.12)$$

где М — количество взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup> (принимается равным мутности воды);

Д<sub>к</sub> — доза коагулянта по безводному продукту, г/м<sup>3</sup>;

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

$C$  — цветность исходной воды, град;

$V_n$  — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м<sup>3</sup>.

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

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

Раз в год производится замена кварцевого песка в фильтровальных установках. Предварительно песок в фильтре проходит обратную промывку, затем полностью выгружается из установки, загружается в мешки и вывозится на утилизацию. Общая масса песка в год: 26185 кг.

Выводы по разделу четыре

- 1) Составлена принципиальная схема водоподготовки бассейна.
- 2) Определен циркуляционный расход системы водоподготовки бассейна.
- 3) Был выполнен гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна.
- 4) Произведен расчет и подбор технологического оборудования водоподготовки бассейна. Произведен расчет доз коагулянта, обеззараживающего реагента.
- 5) Произведен подбор дозирующего оборудования и установки для озонирования системы водоподготовки бассейна.

## 5 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 5.1 Характеристика объекта проектирования

Объектом строительства является бассейн с выплывом под открытое небо, конструктивно-строительная характеристика представлена в таблице 5.

В дипломном проекте рассматриваются следующие строительные работы: разработка грунта в котловане, устройство и разборка опалубки днища и стен, бетонирование. Схема производства работ по бетонированию ванны бассейна под открытым небом представлена на листе 6.

Таблица 7 – Конструктивно – строительная характеристика оздоровительного бассейна и его основные технологические требования

Характеристика	Значение
Назначение бассейна	Спортивно-оздоровительный
Гидравлика бассейна	С переливным желобом
Тип покрытия	Бетон с плиточным покрытием
Площадь зеркала воды	490 м <sup>2</sup>
Периметр	120 м
Глубина	1,4 м
Объем воды	661,5 м <sup>3</sup>

### 5.2 Земляные работы

Первым этапом основного периода строительства являются земляные работы.

Земляные работы включают в себя 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.

### 5.3 Технология бетонирования бассейна

При сооружении открытого бассейна она включает устройство котлована, при необходимости - песчаной подушки (толщина 15-30 см), укладку бетонной подготовки (толщина около 10 см). Ванны бассейнов должны опираться на подготовленную основу или колонны, ленточный фундамент [2]. В данном проекте дно чаши расположено на отметке -1,400 на бетонной стяжке из

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59



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 [14]. 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. Затем следует армирование стяжки арматурой класса АІ, ІІІ, коррозионностойкую. 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, коррозионностойкую (арматура оцинкованная). При армировании каркаса стен бассейна следует применять арматурные фиксаторы и подставки, которые фиксируют арматурные сетки в проектное положение 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 стен 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.

#### 5.4 Определение объёмов работ

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

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$F = P \cdot h_{\text{ср}} \quad (5.1)$$

где  $P$  – периметр ванны бассейна, м;

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

Для спортивно-оздоровительного бассейна площадь обрабатываемой боковой поверхности составит

$$F_{\text{тр.сп.}} = 120 \cdot 1,4 = 168 \text{ м}^2$$

Площадь дна бассейна составляет 490 м<sup>2</sup>. Общая площадь составит:

$$F = 168 + 490 = 658 \text{ м}^2.$$

Трудоёмкость работ определяем по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot H_{\text{вр}} \cdot V}{C} \quad (5.2)$$

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

$H_{\text{вр}}$  – норма времени, чел·ч;

$V$  – объём работ;

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

Результаты расчёта сведены в таблицу 8.

Таблица 8 - Определение трудоемкости работ

Обоснование, ГЭСН	Наименование	Ед. изм.	Объём 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	1000м <sup>3</sup>	0,015	8,53	0,016

Продолжение таблицы 8

01-01-013-09	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 м <sup>3</sup> , группа грунтов 3	1000м <sup>3</sup>	0,275	14,96	0,51
01-01-033-06	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 79 кВт (108 л.с.)	1000м <sup>3</sup>	0,0294	4,76	0,017
01-02-005-02	Уплотнение грунта пневмотрамбовками группа грунта 3	100м <sup>3</sup>	0,294	14,96	0,55
06-01-087-02	Монтаж и демонтаж опалубки бетонной подушки	10 м <sup>2</sup>	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
06-01-091-07	Бетонирование подушки с помощью бетононасоса в опалубке толщиной до 20 см	10 м <sup>2</sup>	9,8	3,03	3,71
06-01-087-02	Монтаж и демонтаж опалубки днища	10 м <sup>2</sup>	1,02	6,50	0,83
06-01-087-01	Монтаж и демонтаж опалубки стен	10 м <sup>2</sup>	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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

62

Продолжение таблицы 8

06-01-092-02	Установка арматуры в стенах 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 <sup>2</sup>	0,37	3,92	0,18
16-04-002-05	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 50 мм	100 м	0,25	141,52	4,42
16-04-002-06	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 63 мм	100 м	0,46	141,52	8,13
16-04-002-08	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 90 мм	100 м	0,09	145	1,63
06-01-092-02	Установка арматуры в стенах массой одного элемента до 50 кг	1 т	1,05	21,92	2,88
16-04-002-09	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 110 мм	100 м	0,31	128,76	4,98

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

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

63

Продолжение таблицы 8

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
16-07-005-02	Гидравлическое испытание систем отопления, водопровода и горячего водоснабжения	100 м	0,86	5,01	0,54
06-01-091-08	Бетонирование днища с помощью бетононасоса в опалубке толщиной свыше 20 см	10 м <sup>2</sup>	6,0	3,03	2,69
06-01-090-11	Бетонирование стен с бетононасоса толщиной до 30 см	10 м <sup>2</sup>	4,76	4,89	2,9
41-01-009-02	Окрасочная изоляция вертикальной бетонной поверхности полимерными материалами в три слоя основного лака	100 м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	1,47	307,8	56,55

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

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

64

Продолжение таблицы 8

06-01-071-01	Испытание емкостей на водонепроницаемость	100 м <sup>3</sup>	0,84	7,87	0,82
01-01-033-06	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 79 кВт (108 л.с.)	1000м <sup>3</sup>	0,092	4,76	0,054
06-01-071-02	Дезинфекция емкостей для питьевой воды	100 м <sup>3</sup>	0,84	16,5	1,73

5.5 Расчет графика производства работ

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$P = \frac{T}{m \cdot n} \quad (5.3)$$

Где P – 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.

$$K_{пер} = \frac{n_{норм}}{n_{проект}} \quad (5.3)$$

где n<sub>норм</sub> – нормативная продолжительность, см;

n<sub>проект</sub> – проектная продолжительность, см.

Разбиваем объект строительства на две захватки. Захватка – это часть объекта, предназначенная для поточного производства работ с примерно повторяющимся 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 [24, 25]. Объединяем процессы по устройству закладных деталей и прокладке труб в один процесс.

Результаты расчета сведены в таблицу 9.

Таблица 9 - Определение продолжительности работ

Наименование работ	Трудоемкость, чел. – см.	Кол-во рабочих, чел.	П, см	К <sub>пер.</sub>
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. Бетонирование подушки с помощью бетононасоса в опалубке толщиной до 20 см	3,71	3	1	1,24
8. Демонтаж опалубки	0,255	1	0,25	1,02
9. Монтаж опалубки днища	0,415	1	0,4	1,04
10. Монтаж опалубки бортиков	4,94	4	1	1,24
11. Установка арматуры в днище массой одного элемента до 50 кг	0,82	2	0,4	1,03
12. Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг	2,88	2	1,4	1,03

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

66

Продолжение таблицы 9

13. Установка закладных деталей при массе элементов до 5 кг	0,56	1	0,5	1,12
14. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 50 мм	4,42	4	1	1,1
15. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 63 мм	8,13	4	2	1,01
16. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 90 мм	1,63	4	0,4	1,02
17. Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных ПВХ труб наружным диаметром 110 мм	4,98	4	1	1,25
18. Гидравлическое испытание трубопроводов	0,69	1	0,6	1,15
19. Бетонирование днища	4,98	4	1	1,25
20. Бетонирование стен	2,69	3	0,9	1
21. Демонтаж опалубки стен	2,9	3	0,9	1
22. Демонтаж опалубки днища	4,94	4	0,9	1,07
23. Окрасочная изоляция полимерными материалами	0,415	1	0,4	1,04
24. Устройство деформационных швов	3,47	3	1	1,16
25. Наружная облицовка керамическими плитками	56,55	5	11	1,03

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР

Лист

67



Продолжение таблицы 9

26. Гидравлическое испытание	0,82	1	0,8	1,03
27. Обратная засыпка грунтом	0,054	1	0,05	1,08
28. Дезинфекция	1,73	1	1,7	1,02

5.6 Подбор машин и механизмов

Для снятия растительного слоя, а также засыпку котлована песком и обратную засыпку 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. 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 м<sup>3</sup>/ч. Этот вылет стрелы позволяет нам расположить автобетононасос на одном месте без передвижения по строительной площадке. Для бетонирования ванны бассейна под открытым небом применяется автобетоносмеситель TIGARBO на базе шасси КАМАЗ 6520, объем перевозимой смеси 10 м<sup>3</sup>. Для уплотнения бетона и предотвращения появления пустот погружные вибраторы. Погружной вибратор представляет собой электропривод и гибкий вал, мощность 1,3 кВт, длина гибкого вала 3 м.

5.7 Рекомендации по технологии выполнения строительного-монтажных работ

В проекте принимаем пластиковые трубопроводы. Они легко поддаются механической обработке: распиловке, резке, сверлению, фрезерованию и т.п.

Трубные изделия из этого материала обладают рядом преимуществ: они легкие, что упрощает монтаж и транспортировку; прочные, не ржавеют, не

боятся ни жары, ни холода; гладкие, поэтому в них не возникают засоры; инертны по отношению к агрессивным соединениям.

Соединение элементов трубопровода для организации бассейнов чаще всего выполняют методом холодной сварки, когда по принципу диффузии молекулы двух поверхностей перемешиваются под воздействием клея, образуя прочную единую конструкцию. Перед монтажом важно позаботиться об обезжиривании поверхности элементов соединения.

Также часто используются фитинги под пайку или резьбу. Простая пайка встык не очень прочна, есть угроза повреждения шва под давлением. Лучше всего использовать пайку специальным прибором, ни клеевое соединение, ни резьбовое не смогут обеспечить такой же надежности.

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.

#### 5.8 Контроль качества работы

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

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

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. В некоторых случаях используют радиоизотопные плотномеры, принцип действия которых основан на измерении поглощения бетонной смесью  $\gamma$ -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

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

клеевого шва. Контрольные величины разрушающих нагрузок для труб лёгкого типа при клеях на слабых растворителях представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Величина разрушающей нагрузки, кН

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

Выводы по главе пять

1) В данной главе рассмотрена технология бетонирования чаши бассейна под открытым небом.

2) Рассмотрены земляные, опалубочные, арматурные, бетонные работы.

3) Посчитаны объемы и продолжительность работ, составлена калькуляция трудозатрат, подобраны основные механизмы и машины, составлен календарный план производства работ.

4) Описана технология выполнения работ и контроль качества.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения и водоотведения бассейна с выпływом под открытое небо в комплексе «Ленивые тюлени».

При проектировании были учтены следующие факторы: климатические особенности, теплопотери которые происходят за счет открытой местности, назначение бассейна, функционирование по водоподготовке бассейна с учетом энерго- и ресурсосбережения для выполнения гигиенических требований к устройству, эксплуатации и качеству воды.

Для круглогодичного использования бассейна предусмотрена, уникальная для Урала форма бассейна, с полноценным использованием гидромассажных зон, аэромассажными лежаками и донными гейзерами.

В качестве основного оборудования системы водоподготовки приняты четыре фильтровальных установки «TEIDE», 76 м<sup>3</sup>/ч, диаметром 1800 мм и высотой 1915 мм, с площадью фильтрации 2,54 м<sup>2</sup>, загрузка 3175 кг, фракция 0,4-0,8. В качестве материала загрузки был принят кварцевый песок.

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.

Для нагрева воды бассейна были приняты теплообменник пластинчатый 1280 кВт. Общая производительность теплообменников определена с учетом объема бассейна, требуемой температуры воды в бассейне, температуры заполняемой воды, площади зеркала воды, времени, требуемого для нагрева до определенной температуры, фактора на потерю тепла во время нагрева воды без теплосберегающего покрытия.

В дипломном проекте были рассмотрены строительные работы такие как разработка грунта в котловане, устройство и разборка опалубки днища и стен, бетонирование.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N 1, 2) – ООО "РОСЭКОСТРОИ" при участии ОАО "НИЦ Строительство", 2012. – 124 с.
2. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89\* Проектирование бассейнов. – М.: Стройиздат, 1991. – 42 с.
3. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
4. ГОСТ Р 53491.1-2009. Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. Общие требования. – 62 с.
5. ГОСТ 53491.1-2009 Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. – М.: Стандартиформ, 2010. – 62 с.
6. ГОСТ 53491.2-2012 Бассейны. Подготовка воды. Часть 2. – М.: Стандартиформ, 2013
7. ЕНиР Сборник Е2. Выпуск 1. Земляные работы. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: ВПТИтрансстрой, 1990. – 134 с.
8. СНиП 2.04.02 – 84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 120 с.
9. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия. – М.: Стройиздат, 1988. – 42 с.
10. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
11. СанПиН 2.1.2.188 – 03. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов.
12. СанПиН 2.1.21188-03 Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. – М.: Стройиздат, 2003.
13. ГЭСН - 2001. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции, монолитные. – М.: Стройиздат, 2001. – 93 с.
14. ГЭСН - 2001. Сборник 13. Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии. – М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.
15. ГЭСН - 2001. Сборник 16. Трубопроводы внутренние. – М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

16. ГЭСН - 2001. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции, монолитные. – М.: Стройиздат, 2001. – 93 с.
17. ГЭСН - 2001. Сборник 13. Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии. – М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.
18. ГЭСН - 2001. Сборник 16. Трубопроводы внутренние. – М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.
19. Каталог Novum. Водоподготовка. Оборудование для бассейнов. Каталог 2012 – Издание 1.0. – 560 с.
20. Каталог WILO – grunbeck Водоподготовка. Оборудование для бассейнов. Каталог 2002 – Издание 1.0. – 90 с.
21. Каталог фирмы «WONDER».
22. Каталог фирмы оборудования для бассейнов «Fin forest» КНР.
23. Афанасьев, А.А. Технология строительных процессов/А.А. Афанасьев. – М.: Высш. шк., 1997. - 464 с
24. Бакшеева, Е.Е. Особенности формирования объемно-планировочной структуры аквазоны в развлекательном водном комплексе/ Е.Е. Бакшеева// Архитектон: известия вузов: Межвуз. сб. научн. тр. – Екатеринбург, 2008. - № 22
25. Дерлятко, Е. Г. Вопросы обогрева бассейнов / Е.Г. Дерлятко // Бани и бассейны. – 2003. – № 2(26). – 1996. – 102 с.
26. Каменев, Д.А. Плавательные бассейны/Д.А. Каменев. – М.: Всероссийская Федерация плавания, 1999. – с.200.
27. Кедров, В.С. Плавательные бассейны: Водоснабжение и водоотведение /В. С. Кедров, Ю. В. Кедров, В. А. Чухин и др.—М.: Стройиздат, 2002. – 184 с.
28. Кристоф Саунус. Планирование бассейнов. – Германия, Дюссельдорф, 1998. – с.204.
29. Николадзе, Г.И. Водоснабжение/Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1995. – с.688.
30. Разумовский, Э.С. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов/Э.С. Разумовский. – М.: Стройиздат, 1986. – с.153.
31. Шальнов, А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений/ А. П. Шальнов, Г. И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 2008. – 312с.
32. Ясный, Г.В. Спортивные бассейны/Г.В. Ясный. – М.: Стройиздат, 1988. – с.272.

					08.03.01.2020.305-04.201 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74