

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 спортивного
бассейна спортивно – оздоровительного комплекса имени 200-летия
Севастополя

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва
доц. А. И. Стуков

_____ 2020г.

Руководитель проекта
проф. И. А. Арканова

_____ 2020 г.

Автор проекта
студент группы АС-421
Г. А. Самарин

_____ 2020 г.

Нормоконтролер
ст. преп. К.И. Чучелов

_____ 2020 г.

Челябинск
2020

АННОТАЦИЯ

Самарин Г.А. Выпускная квалификационная работа «Проект системы водоснабжения и водоотведения спортивного бассейна спортивно – оздоровительного комплекса имени 200-летия Севастополя» – Челябинск: ЮУрГУ, Архитектурно - строительный институт, 2020. – 81 с. – 22 ил. – 6 листов ф.А1 – библиограф. 31 назв.

В выпускной квалификационной работе разработаны системы технологического водоснабжения и водоотведения ванны спортивного бассейна спортивно – оздоровительного комплекса «имени 200-летия Севастополя». Подобрано соответствующее оборудование. Бассейн переливного типа, круглогодичного использования. Обеззараживание для системы осуществляется комбинированным методом. При этом были учтены следующие факторы: назначение бассейна, приемы по повышению надежности, функционирование по водоподготовке бассейна с учетом энерго- и ресурсосбережения для выполнения гигиенических требований к устройству, эксплуатации и качеству воды. В данном проекте разработана технология бетонных работ чаши спортивного бассейна.

						<i>ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм</i>	<i>Кол.уч</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>		Ульрих Д.В.				<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руков-ль</i>		Аркианова И.А.					<i>ВКР</i>	6	78
<i>Разработал</i>		Самарин Г.А.					<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра ГИСиС</i>		
<i>Проверил</i>		Аркианова И.А.							
<i>Н.контр.</i>		Чучелов К.И.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ	11
1.1 История и современное состояние проектирования и строительства оздоровительных и спортивных бассейнов в России.....	11
1.2 Классификация бассейнов	12
1.3 Конструкции бассейнов	15
1.4 Технология облицовки бассейнов	16
1.5 Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов.....	18
1.5.1 Переливная система водообмена бассейнов	19
1.5.2 Скиммерная система водообмена бассейнов	21
1.6 Эксплуатация бассейнов.....	23
1.6.1 Борьба с коррозией, отложениями, цветением воды, биологическими обрастаниями и осадками	23
1.6.2 Эксплуатация фильтров	24
1.6.3 Эксплуатация реагентного хозяйства	27
1.7 Выводы	27
2 САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	28
2.1 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам.....	28
2.2 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к качеству воды	28
2.3 Требования к воде для заполнения бассейна.....	29
2.4 Требования к подготовленной воде и воде бассейна	29
2.5 Технический, санитарный и технологический контроль	32
2.6 Выводы	33
3 ОЧИСТКА И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДЫ В БАССЕЙНАХ.....	34
3.1 Предварительная очистка воды	34
3.2 Коагулирование воды.....	35
3.3 Фильтрование.....	36
3.4 Обеззараживание воды бассейна	37

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

3.4.1 Хлорирование	38
3.4.2 Дезинфекция воды бромом	39
3.4.3 Йодирование	39
3.4.4 Активный кислород	40
3.4.5 Озонирование	40
3.4.6 Обеззараживание воды ионами тяжелых металлов	41
3.4.7 Ультрафиолетовое излучение	42
3.5 Системы автоматической дезинфекции воды	42
3.6 Выводы	43
4 ОБОРУДОВАНИЕ БАССЕЙНОВ	44
4.1 Классификация оборудования бассейнов	44
4.2 Устройства для технического водоснабжения чаши бассейна.....	44
4.3 Устройства для технического водоотведения чаши бассейна.....	45
4.4 Оборудование для подводного освещения	47
4.5 Подогрев воды бассейна	48
4.7 Трубы и арматура	49
4.8 Выводы	50
5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ СПОРТИВНОГО БАССЕЙНА СПОРТИВНО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА 200-ЛЕТИЯ СЕВАСТОПОЛЯ.....	51
5.1 Описание объекта проектирования	51
5.2 Исходные данные	52
5.3 Определение и расчет циркуляционного расхода.....	52
5.4 Расчет подпиточного расхода	53
5.5 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации	54
5.6 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода	55
5.7 Расчет устройств для заполнения ванн бассейнов.....	57
5.8 Расчет устройств для отвода воды из ванн бассейнов.....	57
5.9 Расчет переливной емкости.....	59
5.10 Обвязка трубопроводами чаши.....	60
5.11 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды	60

5.12 Выводы	61
6 РАСЧЁТ СООРУЖЕНИЙ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА	62
6.1 Ввод реагентов.....	62
6.2 Расчет дозы коагулянта и подкисляющего реагента	62
6.3 Комбинированное обеззараживание.....	63
6.3.1 Подбор установки ультрафиолетовой дезинфекции.....	63
6.3.2 Расчет дозы обеззараживающего реагента.....	64
6.3.3 Подбор станции регулирования и дозации реагентов	65
6.4 Расчёт складов реагентов.....	66
6.5 Выводы	66
7 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ПРОМЫВНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД	68
7.1 Определение количества промывных вод фильтра	68
7.2 Рекомендации по использованию промывных вод.....	68
7.3 Выводы	68
8 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	69
8.1 Технология бетонирования бассейна	69
8.2 Определение объёмов работ.....	71
8.3 Определение трудоемкости работ	71
8.4 Расчет графика производства работ	74
Продолжительность работ определяется по формуле:.....	74
8.5 Подбор машин и механизмов.....	76
8.6 Контроль качества	76
8.7 Выводы	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	80

ВВЕДЕНИЕ

Индустрия бассейнов развивается достаточно стремительно, растет число частных бассейнов и общественных развлекательных водных центров. Но по сравнению с зарубежными странами Россия отстает в развитии таких сооружений. Если в Германии, Франции, Швеции и Финляндии один бассейн приходится на 14 – 17 тыс. человек, а в США – на 68 человек, то в России один бассейн приходится на 49 тыс. человек.

Бассейн представляет собой комплекс, включающий функционально связанные между собой сооружения и устройства в зависимости от их назначения, типа и оборудования, а также вспомогательные помещения и площади, обслуживающие основное сооружение – ванну с водой [3].

Плавание оказывает благоприятное действие на организм человека. Систематическое занятие плаванием эффективно развивает мышцы и способствует укреплению костей. Также плавание влияет на выработку эндорфинов и оказывает медитативный эффект. Особенность плавания – преодоление препятствия в виде плотности воды, которая в 12 раз превосходит плотность воздуха. Плавание уменьшает нагрузку на скелет, сохраняя при этом результат эффективной тренировки.

И, поскольку все-таки главная цель посещения бассейна – это укрепление здоровья, то и решающим фактором будет чистая, здоровая, безопасная вода. Для обеспечения требований санитарных норм предусматриваются специальные установки для очистки, обеззараживания и подогрева воды, а также устройства и оборудование вспомогательных помещений для обслуживания посетителей (спортсменов, зрителей, купающихся).

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

1.1 История и современное состояние проектирования и строительства оздоровительных и спортивных бассейнов в России

Строительство плавательных бассейнов в России имеет небольшую историю. Самые первые бассейны были построены в конце 20-х годов XX века и имели наливную систему водообмена. Конструкция их была из дерева, в некоторых местах усиленная металлическими скобами, удерживающая ёмкость для воды, сделанную из плотного брезента. Обеззараживания и очистки воды не предусматривалось. По мере развития технологий брезентовый мешок сменил резиновый, а деревянную конструкцию – стальная. Затем на смену пришел винил. В 1977 году фирма «Атлантик-Пул» впервые стала использовать для наземных бассейнов в качестве опорной конструкции ламинированные стальные листы, что позволило резко увеличить срок службы бассейнов.

В 1995 году была создана Ассоциация плавательных бассейнов России. Разрабатываются новые стандарты на планирование и развитие специального образования и подготовки молодых высококвалифицированных специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений бассейнов независимо от их муниципальной или частной принадлежности. В 1996 году были впервые составлены и утверждены Госкомсанэпиднадзором России Санитарные правила и нормы [1] на устройство, эксплуатацию и качество воды плавательных бассейнов.

В настоящее время в России увеличивается строительство плавательных бассейнов. Прежде всего это связано с ростом популярности здорового образа жизни. Большое количество их построено в городах, в зонах отдыха, на стадионах, в жилых микрорайонах. Они часто входят в состав комплексов санаториев, домов отдыха.

Для России с морозами и полугодовой зимой спортивно-оздоровительные бассейны просто необходимы. Существующие на сегодняшний день в России методы проектирования бассейнов, методы водоподготовки (фильтрация, дезинфекция), 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 учётом зарубежных рекомендаций. Заслуживает внимания оборудование фирм «Novum», «Astralpool», «Wilo», компании «Markopool», «Pahlen», «Grunbeck», «Eurocomplect» и других западных производителей, имеющих богатый опыт по очистке оборотных вод плавательных бассейнов. Среди российских производителей заслуживает внимания оборудование фирм «Контек», НПО «ЛИТ», «ИНЕЛТЕХ» и др.

1.2 Классификация бассейнов

Плавательный бассейн — гидротехническое сооружение, предназначенное для занятий водными видами спорта, такими как плавание, прыжки в воду, подводный спорт, водное поло, подводное регби, синхронное плавание и пр.

Бассейны бывают ведомственные, муниципальные (общественные) и индивидуальные (частные) [4].

По назначению бассейны разделяют:

- спортивные – предназначены для учебно–тренировочной работы, проведения соревнований, обучение детей плаванию организованного оздоровительного плавания;

- оздоровительные – преследуют главным образом оздоровительные цели, связанные с обслуживанием неорганизованных разовых посетителей;

- лечебные – строят при санаториях и домах отдыха в бальнеологических комплексах с использованием лечебной воды (минеральной, морской).

- учебные детских дошкольных сооружений используются для приобщения к воде, обучения плаванию, массового купания, а также для занятия спортивных секций и проведения соревнований местного уровня;

- комбинированные – комплекс сооружений, оборудования, вспомогательных помещений и площадок, предназначенных для обслуживания спортсменов и различных посетителей. В комбинированном бассейне сооружается несколько ванн или отделений ванн в одной большой ванне, имеющих различное назначение: для учебной работы, для купания взрослых и детей, для спортивной работы (прыжки, плавание).

Бассейны устраиваются на естественных водоёмах и искусственные (наливные):

- бассейны на естественных водоёмах представляют собой как правило простые сооружения, где на сваях или понтонах уложены ходовые мостики, выгораживающие часть акватории. Такой тип бассейна является сооружением сезонного пользования из-за краткости летнего сезона, неустойчивости метеорологических условий, помех при проведении соревнований, что крайне ограничивает возможности их эксплуатации;

- искусственные (наливные) бассейны обладают множествами преимуществами по сравнению с бассейнами на естественных водоёмах.

Прежде всего они имеют более высокую санитарно-гигиеническую культуру и стабильность эксплуатации, регламентируя качество и температуру воды.

Искусственные бассейны подразделяются:

- открытый бассейн – сооружение, где основная ванна расположена на открытом воздухе. По характеру эксплуатации открытые подразделяются на сезонные и круглогодичные;

- крытый бассейн – здание, в котором ванна или несколько ванн расположены в специальных залах. Этот тип бассейна значительно долговечнее бассейнов на естественных водоёмах, а поддержание нормального

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

технического состояния обходится значительно дешевле, кроме того они более безопасны для плавающих;

- комплексный бассейн – включает стационарные открытые и закрытые ванны, причём открытая ванна может сочетать спортивные и купальные функции. Этот тип бассейна отличается обилием функциональных возможностей, гибкостью эксплуатации в различное время года;

- трансформирующийся бассейн – сооружение, в котором в зависимости от времени года путём трансформации ограждающих конструкций ванна может быть попеременно открытой и закрытой;

- мобильный бассейн – представляет собой сооружение, которое можно перемещать с одной территории на другую: сборно-разборные комплексы, сборно-разборные и перевозные ванны.

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

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

Возможные формы чаши:

- прямоугольные;
- овальные;
- овоидальные;
- с римскими ступенями;
- в виде почки;
- круглые;
- восьмигранные.

Конструктивное исполнение бассейнов:

- литой железобетон, облицованный керамической плиткой или стеклянной мозаикой;
- бетонный бассейн с пленочным покрытием;
- стальная конструкция и пленка;
- пластмассовый бассейн.

По типу отвода воды на рециркуляцию бассейны делятся на: скиммерный и переливной. Переливной бассейн характеризуется тем, что вода находится на одном уровне с бортом, а забор воды из бассейна осуществляется через переливную решетку по периметру бассейна, далее вода через выпуски самотеком попадает в накопительную емкость, что предполагает наличие дополнительной переливной емкости в подвале или техническом помещении бассейна. Скиммерный отличается от переливного тем, что уровень воды находится ниже уровня борта и специальный насос забирает воду из бассейна через специальные окна в стенках бассейна, называемых скиммера, затем вода поступает в систему: насос – система фильтрации – водонагреватель – станция химической обработки воды, далее через сопла возвращается в бассейн.

Полная классификация бассейнов приведена в таблице 1.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 1 – Общая классификация бассейнов

Классификация	Виды
В зависимости от назначения и способа монтажа	<ul style="list-style-type: none"> - Для индивидуального пользования; - Для общественного пользования
По режиму водообмена	<ul style="list-style-type: none"> - проточные; - с обратным циклом; - с комбинированным водообменом
По типу отделки внутренней поверхности чаши	<ul style="list-style-type: none"> - плитка; - мозаика; - пленочные материалы; - лакокрасочные материалы; - пластики
По типу ввода воды	<ul style="list-style-type: none"> - сосредоточенный боковой; - равномерно распределенный боковой; - равномерно распределенный донный; - комбинированный.
По составу воды	<ul style="list-style-type: none"> - с пресной водой - с морской водой; - с водой из геотермальных источников; - с природной минеральной водой; - с искусственной минеральной водой.
По типу размещения чаши бассейна	<ul style="list-style-type: none"> - наземная; - заглубленная; - на сваях
По типу перелива	<ul style="list-style-type: none"> - скиммер (переливная кромка ниже уровня борта бассейна); - переливной лоток (переливная кромка совпадает с уровнем борта бассейна)
По типу гидроизоляции чаши	<ul style="list-style-type: none"> - обмазочная проникающего действия (только для монолитных ж/б конструкций); - обмазочная мембранная; - пленочная; - комбинированная

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

1.3 Конструкции бассейнов

В зависимости от материала чаши, бассейны бывают:

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

2. Железобетонные бассейны. Они предоставляют наибольшую надежность и долговечность в использовании. Возможно сделать чашу любой формы и размера, а поверхность бетона может быть декорирована плиткой, мозаикой и любыми другими дизайнерскими элементами. В бетонной чаше можно предусмотреть ступеньки или вмонтировать лесенку. Бассейны аквапарков, аквакомплексов, спортивные бассейны, оздоровительные и все развлекательные бассейны, которые посещает большое количество людей, всегда выполняются из железобетонных конструкций, тем самым увеличивая надежность, безопасность использования, срок службы, а также простоту эксплуатации.

3. Бассейны надувные. Относятся к самым простым конструкциям, которые не требуют расчетов. Если планируется проектирование детских бассейнов, то такой вариант является наиболее оптимальным. Данная конструкция – это мешок из усиленной пленки ПВХ, усиленной сетью из полиэстера. По краю борта имеется надувная, заполняемая газом окантовка.

4. Бассейны из нержавеющей стали. Чаши из нержавеющей стали выглядят весьма эффектно и современно, устанавливать их можно даже на крышу, а уход за ними не доставит хлопот. Для установки стального бассейна также потребуется котлован, на дно которого кладётся бетонная плита, а затем сама чаша. Тем не менее помимо массы преимуществ такой тип бассейнов обладает и недостатками, главный из которых — цена.

5. Бассейны с фиброгласовыми чашами. Данные бассейны могут быть как заглублёнными, так и наземными. Преимущества фиброгласа схожи с плюсами ПВХ-плёнки, однако фиброглас куда более долговечный материал вследствие большой толщины формы. К недостаткам можно причислить: относительно высокую стоимость и ограниченность в ассортименте форм, которые к тому же редко бывают большого размера.

1.4 Технология облицовки бассейнов

Технология облицовки бассейна всегда должна соответствовать всем установленным правилам техники безопасности. Как правило, в таких работах используются только влагостойкие материалы.

Наиболее привлекательным способом отделать бассейн является применение штукатурки, имеющей водоотталкивающие свойства. Наносить данный материал нужно на слой гидроизоляции, однако при этом предварительно монтируется армирующая сетка. Сетка может быть металлическая или стекловолоконная. Вторым вариантом дороже, однако при этом совершенно не боится влаги. Что же касается сетки из металла, то ее предварительно необходимо обработать антикоррозийным составом, так как влага будет просачиваться в штукатурку даже через плитку и водоотталкивающий клей.

В качестве альтернативы можно использовать штукатурку бассейна без использования сетки, предварительно обработав бетонную поверхность полимерными пропитками, максимально повышающими адгезию. Уже на них можно укладывать водонепроницаемый выравнивающий материал.

Облицовка стенок бассейна и его чаши чаще всего производится керамической плиткой. Керамическая плитка, этот вид материала самый распространенный для отделки бассейнов. Преимущества керамической плитки:

- влагостойкость и практичность;
- используется материал на протяжении 15-25 лет;
- плитка не горит и является экологически чистым материалом;
- она не подвергается перепадам температурного режима и способна выдерживать разнообразные химические воздействия на своей поверхности.

Керамогранитная плитка для отделки бассейнов - этот материал очень практичный и прочнее простой керамической плитки, хотя является одним из ее подвидов. По этой причине довольно часто облицовка пола бассейна выполняется именно керамогранитной плиткой.

Она имеет аналогичные типы поверхностей, что и керамическая, только по стоимости немного превосходит ее.

Качества также будут идентичными:

- практичность;
- прочность;
- влагостойкость;
- огнестойкость;
- морозостойкость.

Технологии облицовки бассейнов с применением ПВХ пленки могут быть разнообразными. Некоторые монтируют ее на металлический каркас, который после полного монтажа обрабатывается герметиком и закрывается сверху керамической плиткой, а кто-то крепит ее прямо на поверхности стен.

Преимущества:

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- пленка ПВХ очень прочная и долговечная. Она не способна впитывать влагу и различные загрязнения. Очищается она очень просто с применением простой влажной ветоши;

- она не горит и не плавится под воздействием высоких температур. Также ей не страшны химические воздействия. Имеет ПВХ пленка большой ассортимент оформления своей поверхности;

- можно увидеть целые листы такого материала, на которых будет имитация керамической плитки или кирпичной кладки, разнообразные рисунки и изображения. Все это способствует тому, чтобы облицовка стен бассейна и его чаши смотрелась очень оригинально.

Возможно облицовывать бассейн мозаикой. Этот вид облицовочного материала является самым надежным. Мозаичная плитка является самой износостойкой. У нее высокая прочность и повышенная плотность, вследствие чего, чаша бассейна всегда выглядит чистой и опрятной, и грибок на ней не развивается.

Мозаичная плитка бывает двух типов:

- стеклянная;
- керамическая.

Стеклянная мозаика совершенно не поглощает воду – это огромный плюс. Но есть и существенный минус – цена такого облицовочного материала очень высокая. Помимо затрат на ее приобретение, значительная сумма уйдет на работы по ее укладке, но результат будет превосходным. Такая плитка прослужит долгие годы. Помимо качества, стеклянная мозаика является универсальным материалом, с ее помощью можно выложить самые замысловатые узоры на дне бассейна и его стенках.

Особенности отделки бассейна:

- Перед спуском в бассейн необходимо применять плитку с шероховатостями, дабы уменьшить скольжение. Некоторые предпочитают отделять данной плиткой весь периметр бассейна;

- Укладку плитки следует начинать примерно через 1-5 дней после того, как закончена изоляция и штукатурка стен чаши;

- Облицовка обычно проводится начиная со стен бассейна, в горизонтальном направлении. Устанавливаются вертикальные маяки при помощи гвоздей и отвеса, после чего по верхней кромке навешивается горизонтальный шнурпричалка, выполненный на основе обычной лески;

- Чтобы следить за одинаковой толщиной швов, можно использовать штыри или гвозди одинакового размера и достаточного диаметра;

- Заполнять стыки нужно раствором до половины толщины плитки;

- При обтягивании бассейна ПВХ-пленкой, начинать следует с наиболее неровных поверхностей стен или дна. При этом под материал лучше помещать геотекстиль, чтобы защитить пленку от повреждений и конденсата.

1.5 Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов

От системы водообмена в бассейне зависит многое, в том числе и оборудование для очистки и дезинфекции воды в бассейне. Среди наиболее популярных систем водообмена в бассейне выделяют:

- наливную;
- проточную;
- рециркуляционную систему.

При наливной системе водообмена бассейна, вода сначала проходит очистку, потом поступает к оборудованию для дезинфекции и после этого уже подогревается и подается в чашу бассейна.

Подача воды при наливной системе водообмена осуществляется через специальные отверстия либо трубы в чаше. Данная система подходит для маленьких бассейнов, которые имеют объем не более 50 метров кубических. Такая система предполагает наполнение чаши бассейна водой, прошедшей предварительную очистку, дезинфекцию и подогрев. Наполнение происходит через отверстия в стенах чаши или через перфорированные трубы на дне чаши.

Проточная система водообмена подходит для более вместительных бассейнов (около 200 метров кубических) и работает по следующему принципу: вода подается в бассейн без перерыва и смешивается с водой, которая уже находится в бассейне. Чаще всего её используют в фитнесцентрах, детских учреждениях, саунах, а также в домах и коттеджах. Вода в бассейнах с проточной системой обеззараживается обычно хлорсодержащими препаратами; используют также обработку бромом и йодом. Полностью воду меняют через 12 часов.

Дезинфекция воды осуществляется при помощи добавления препаратов, которые содержат хлор, йод и бром. Проточную систему водообмена применяют в саунах, фитнес-центрах и т.д.

Схема движения воды при такой системе водообмена представлена на рисунке 1.

Рециркуляционная система водообмена в бассейне является наиболее популярной и осуществляется путем непрерывного слива и подачи воды с промежуточной дезинфекцией и очисткой. Процесс рециркуляции воды следующий: загрязненная вода сливается через специальные отверстия в дне бассейна, попадает в сектор предварительной очистки, а после него в напорный фильтр. В результате всего этого очищенная вода нагревается и подается снова в бассейн.

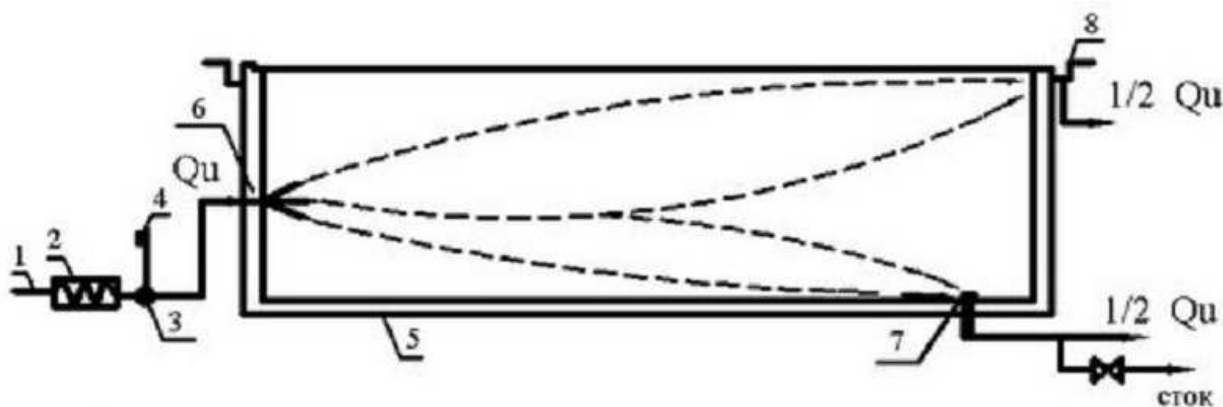


Рисунок 1 – Схема проточной системы водообмена

1 - поступление воды от источника; 2 – подогреватель; 3 – смеситель; 4 – озонатор (хлоратор); 5 – чаша; 6 – впуск; 7 – выпуск; 8 – выпуск из переливного желоба (скиммера)

Самое широкое распространение получила рециркуляционная (оборотная) система водообмена, включающая очистку, обеззараживание и подогрев воды. В процессе рециркуляционного водообмена происходит непрерывная дезинфекция и очистка воды. Обеззараживание может производиться различными реагентами и безреагентными методами. В процессе эксплуатации происходит снижение объёма воды в чаше бассейна, поэтому предусматривается подача свежей воды, которая может происходить непрерывно или периодически. Для того чтобы вода из чаши не попала в источник водоснабжения, подача воды производится с разрывом струи.

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

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

По типу отвода воды на рециркуляцию бассейны делятся на: скиммерный и переливной. Бассейны в основном имеют одинаковую технологическую схему, отличаются они только по виду забора воды.

1.5.1 Переливная система водообмена бассейнов

Схема с переливным желобом подходит под любые геометрические формы бассейнов и имеет ряд преимуществ. Здесь не существует ограничений на размер и форму бассейна. Вода находится на уровне верхней кромки бассейна.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Чистая вода равномерно поступает ко всем точкам бассейна, что гарантирует отсутствие застойных зон.

В переливной системе водоотведение осуществляется через переливной лоток и донные выпуски, подача циркуляционного расхода через донные форсунки (предназначены для подачи очищенной воды в ванну бассейна). Вода уходит через лотки (желоба), расположенные по периметру бассейна, в компенсационный бак, объем которого рассчитывается из условия возможности приема вытесненной воды купающимися, а также из условия запаса воды, необходимой для промывки фильтра, а оттуда в фильтровальную установку. В бак поступает холодная вода из водопровода. Таким способом обеспечивается требование в разрыве струи при подаче в бассейн воды питьевого качества.

Технологическая схема переливного бассейна представлена на рисунке 2.

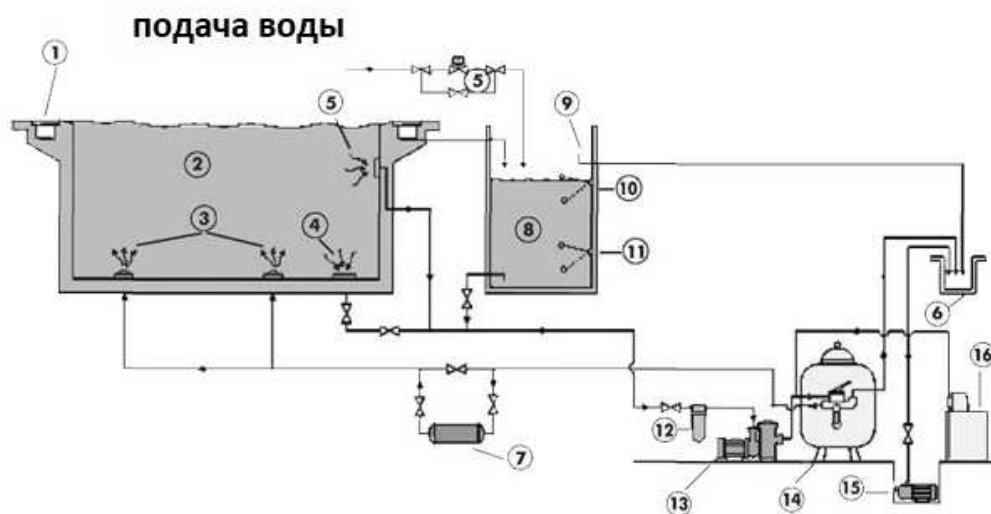


Рисунок 2 - Технологическая схема переливного бассейна

1 – лоток сбора воды; 2 – чаша бассейна; 3 – донные форсунки; 4 – донный слив; 5 – вакуумный фитинг; 6 – дренажный колодец; 7 – теплообменник; 8 – переливная ёмкость; 9 – перелив; 10 – контроль верхнего уровня; 11 – контроль нижнего уровня; 12 – префильтр; 13 – циркуляционный насос; 14 – фильтрующая станция; 15 – дренажный насос; 16 – дозирующая станция

Бак оборудуется системой автоматического контроля, включающий в себя датчики уровня воды и блок управления. Автоматика следит за максимальным и рабочим уровнями воды в баке, а также отключает насос при достижении минимального уровня (защита от "Сухого" хода). Расход добавочной воды определяется потерями на собственные нужды фильтровальной установки, испарением с поверхности воды и технологическими потерями (выплескиванием, впитыванием в костюмы купающихся). Схема циркуляции воды в переливном бассейне представлена на рисунке 3.

В любом случае часть загрязнений оседает, выпадая в осадок на дне. Для этого на дне устраивается как минимум, одно водозаборное отверстие. Количество отверстий зависит от количества воды в бассейне, уровня загрязненности и интенсивности использования. При этом должно соблюдаться

правило: из верхних слоев подается на фильтр 75% воды, через донный водозаборник – 25%

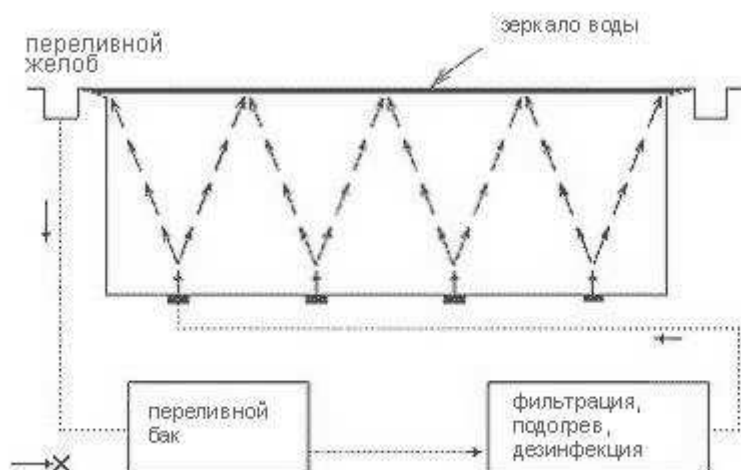


Рисунок 3 - Схема циркуляции воды в переливном бассейне

1.5.2 Скиммерная система водообмена бассейнов

Скиммерная схема применяется в основном для бассейнов прямоугольной формы. Их особенность в том, что вода находится ниже верхней кромки бассейна примерно на 10-13 см.

Вода забирается непосредственно на фильтрацию через специальные устройства: донный выпуск (служит для забора воды со дна ванны на рециркуляцию или опорожнения бассейна, подбираются по пропускной способности) и скиммеры, подача циркуляционного расхода через бортовые форсунки (предназначены для подачи очищенной воды в ванну бассейна, количество форсунок зависит от объёма подачи воды и конфигурации бассейна). В соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85* [30] запрещается присоединять донный выпуск к системе хозяйственно-бытовой канализации без разрыва струи.

Схема циркуляции воды в скиммерном бассейне представлена на рисунке 4

Скиммер представляет собой полый 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 него из бассейна в скиммер поступает вода и направляется в систему для дальнейшей очистки и нагрева. Каждый скиммер снабжен фильтром грубой очистки (сетчатое ведерко), в котором задерживаются наиболее крупные загрязнения, мусор.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 4 - Схема циркуляции воды в скиммерном бассейне

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. Число скиммеров выбирают исходя из объема воды в бассейне: 1 скиммер на 30 – 40 м³ [3]. Скиммер также служит для гашения волн, образующихся при купании.

Технологическая схема скиммерного бассейна представлена на рисунке 5.

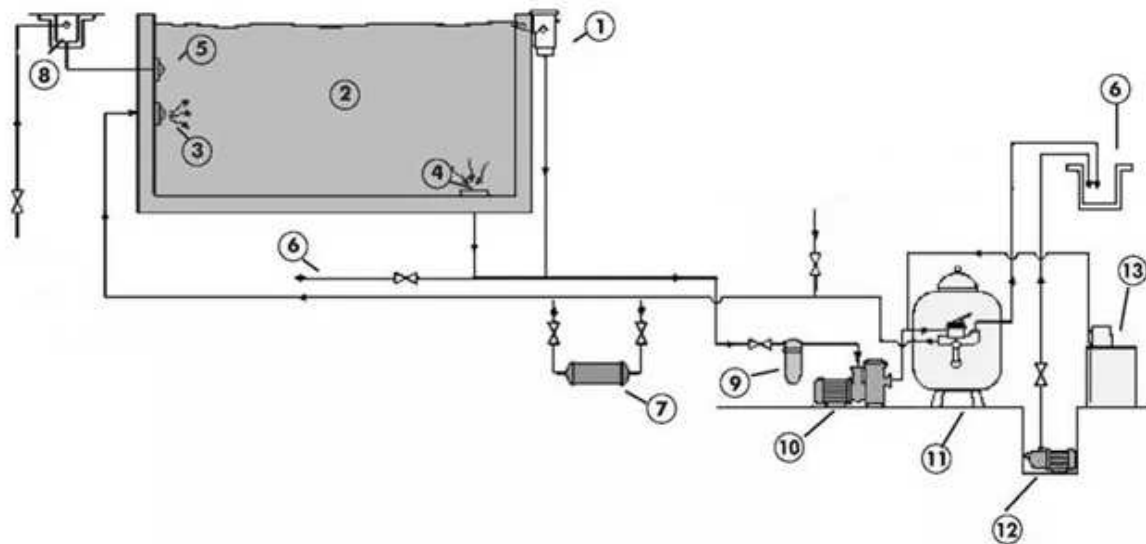


Рисунок 5 - Технологическая схема скиммерного бассейна

1 – скиммер; 2 – чаша бассейна; 3 – форсунка; 4 – донный слив; 5 – боковая форсунка; 6 – дренажный колодец; 7 – теплообменник; 8 – автоматический подлив воды; 9 – префильтр; 10 – циркуляционный насос; 11 – фильтрующая станция; 12 – дренажный насос; 13 – дозирующая станция

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.6 Эксплуатация бассейнов

По результатам пусконаладочных работ разрабатывают постоянно действующие инструкции для обслуживающего персонала (инструкции по мытью, наливу и подпитке исходной воды ванны бассейна, эксплуатации насосных и воздуходувных установок, эксплуатации и промывке фильтров, приготовлению и дозированию реагентов и т.п.)

Помимо эксплуатационных инструкций, для каждого элемента и агрегата водоочистных сооружений разрабатываются инструкции по ремонту и консервации бассейна на межэксплуатационный период. К инструкциям следует прикладывать необходимые схемы и чертежи.

1.6.1 Борьба с коррозией, отложениями, цветением воды, биологическими обрастаниями и осадками

Основными причинами коррозии трубопроводов и аппаратов систем оборотного водоснабжения бассейнов являются обработка воды при коагулировании сернокислым алюминием и подача в нее хлорсодержащих реагентов, приводящие к увеличению содержания в воде свободной углекислоты и соответствующему понижению значения водородного показателя рН.

В результате этих процессов происходит сдвиг реакции углекислотного динамического равновесия в сторону образования растворимых гидрокарбонатов. При этом индекс насыщения воды карбонатом кальция приобретает отрицательное значение и происходит растворение защитной пленки на поверхности трубопроводов и аппаратов. Непрерывный контакт поверхности циркулирующей воды в ванне с наружным воздухом способствует насыщению воды кислородом, вследствие чего, при отсутствии защитной пленки, интенсифицируется процесс коррозии.

Основными способами борьбы с коррозией являются использование коррозионностойких покрытий и материалов, обработка воды щелочью или ингибиторами коррозии [3].

В условиях плавательных бассейнов наиболее приемлемы обработка воды кальцинированной содой, использование коррозионностойких материалов и покрытие внутренней поверхности фильтров эпоксидной шпатлевкой или вулканизированной резиной.

При проектировании аппаратуры и баков реагентного хозяйства следует применять листовой винилпласт. В качестве реагентопроводов целесообразно использовать полиэтиленовые трубы или напорные резиноканевые рукава.

Карбонатные отложения в трубах и аппаратах систем технологического водоснабжения плавательных бассейнов встречаются крайне редко; их удаляют в процессе коагулирования воды или подкисления ее серной кислотой.

Для поддержания рН=7,2-7,8 (при хлорировании воды газообразным хлором и коагулировании кислым реагентными) в циркулирующую воду

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

целесообразно добавлять соду, доза которой устанавливается опытным путем при контрольных определениях рН в пробах воды из разных точек объема ванны.

Если в анализах воды бассейна обнаружена синегнойная палочка, то СанПиН [3] рекомендуют ванну бассейна обработать 10%-м раствором борной кислоты с двухчасовым контактом.

В весенне-летний период эксплуатации в ряде закрытых и особенно в открытых бассейнах наблюдается интенсивное обрастание стен и дна ванны, цветение воды и появление планктона. Борьба с цветением и биологическими обрастаниями осуществляется растворением в воде медного купороса и периодическим повышением в ночное время дозы хлора до 2-3 г/м³ [3].

В результате обработки оборотной воды плавательного бассейна избыточными дозами коагулянта наблюдается выпадение осадков на дно ванны.

Одним из наиболее простых методов удаления осадка является перемешивание всего объема воды в ванне сжатым воздухом с одновременным увеличением интенсивности водообмена путем включения резервных циркуляционных насосов. При этом весь осадок задерживается на фильтрах.

В некоторых бассейнах для этой цели применяются илососы различных конструкций, выпускаемые промышленностью.

Для защиты поверхностного слоя воды от загрязнений, особенно в открытых – летних бассейнах, применяются покрытия стационарные различной конструкции и временные – съемные из пленки, намотанной в рулон на переносном устройстве. Для устройства подобной защиты применяют материалы из ПВХ, полиэтилена со специальной обработкой и др.

1.6.2 Эксплуатация фильтров

Эксплуатация грубых фильтров. 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

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

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.

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·м². Затем в течение 30-60 мин производится отмывка загрузки водой с интенсивностью до 20 л/с·м². 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.

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/ч, воздух 60 м/ч).

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

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:

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- 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.
- 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 30-50 мм.

Для проведения анализа на остаточную загрязненность и гранулометрический состав пробы песка необходимо отбирать из фильтра 1 раз в год.

Для борьбы с остаточными загрязнениями фильтры обрабатываются концентрированным раствором едкого натра из расчета 4-5 кг технического продукта на 1 м³ 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.

Эксплуатация намывных фильтров

Перед началом работы на рабочую (наружную) поверхность фильтрующих элементов в течение 5-10 мин наносится слой фильтрующего порошка толщиной 2-3 мм. Концентрация фильтрующего порошка в суспензии, подаваемой в фильтр, в зависимости от вида материала намывного слоя принимается равной 1000-2000 г/м³.

Скорость фильтрования, отнесенная к 1 м² поверхности фильтрующих элементов, при намыве порошка не должна превышать 3 м/ч.

Для увеличения продолжительности фильтроцикла в очищаемую воду непрерывно дозируется фильтрующий порошок в количестве 3-10 г/м³.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

1.6.3 Эксплуатация реагентного хозяйства

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

Количество реагента, загружаемого в бак, отмеряют по массе или объему. Растворы реагентов дозируются в соответствии с расчетами, выполненными специалистами-химиками. Расход раствора через поплавковый дозатор следует контролировать объемным способом каждые 1-1,5 ч.

Применение в качестве коагулянта сернокислого алюминия требует от обслуживающего персонала строгого соблюдения правил техники безопасности, так как пыль от порошкообразного коагулянта раздражающего воздействует на слизистые оболочки органов дыхания и зрения. В соответствии с требованиями техники безопасности во время транспортирования и затворения порошкообразного коагулянта работу необходимо выполнять в респираторе, пылезащитных очках, резиновых перчатках и фартуке.

Растворение кальционированной соды осуществляется аналогично растворению сернокислого алюминия. При использовании горячей воды для растворения соды необходимо учитывать, что даже при незначительном понижении температуры растворимость соды резко снижается, что может вызвать мгновенное отверждение содового раствора в результате его кристаллизации. Рекомендуемая концентрация раствора соды не должна превышать 10 %.

Как показал опыт эксплуатации плавательных бассейнов, для защиты труб технической канализации от воздействия реагентов сточные воды от мытья реагентных баков следует сбрасывать во время промывки фильтров, поскольку в этом случае можно обеспечить значительное их разбавление.

1.7 Выводы

В данной главе были рассмотрены типы, конструкции, назначение, классификация, технологии облицовки чаши а также системы водоснабжения и водоотведения бассейнов. На основании изученного материала проектируем бассейн переливного типа, чаша которого выполнена из железобетона, поскольку железобетон обеспечивает наибольшую надежность и долговечность. Водный режим предусматриваем оборотным с целью энерго- и ресурсосбережения. Забор воды для первого заполнения и подпитки осуществляем из городской сети хозяйственно-питьевого водоснабжения.

2 САНИТАРНО – ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам

В плавательных бассейнах должны быть созданы условия, содействующие укреплению здоровья, росту спортивных достижений и повышению работоспособности людей, поэтому соблюдение установленных санитарно-гигиенических требований уделяется большое внимание.

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

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

2.2 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к качеству воды

Качество пресной воды, должно отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения вне зависимости от принятой системы водообеспечения и характера водообмена. То есть должно соответствовать нормам СанПиН. [2]

Водоочистка бассейна должна состоять из нескольких мероприятий – дезинфекции, фильтрации и нагрева. Кроме того, подготовка воды должна в полной мере способствовать предупреждению вредного влияния химических веществ, находящихся в воде, на человеческий организм.

Качество воды оценивается по трем параметрам:

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

Температура воды в ванне бассейна необходимо поддерживать по рекомендациям СанПиН [1] для взрослых 24-26 °С, а для детей – 30 °С. Специалисты рекомендуют следующую температуру воды: для спортивных крытых бассейнов – 28 °С, для купально-оздоровительных 28-30 °С.

2.3 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, [2] вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена в бассейне.

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

- цветность - 15°;
- жесткость общая - 7,0 мг-экв/л;
- железо - 0,3 мг/л;
- марганец - 0,1 мг/л;
- аммоний - 2,0 мг/л;
- полифосфат остаточный как (PO₄)₃- 3,5 мг/л.

Примечание: Так как исходная вода хозяйственно-питьевого водопровода г. Севастополь имеет жесткость 4,0-5,0 мг-экв/л, мероприятия по снижению жёсткости не предусматриваем.

2.4 Требования к подготовленной воде и воде бассейна

Качество воды в ванне бассейна должно отвечать санитарно-гигиеническим требованиям санитарных правил и норм [1]; а также технологическим показателям, представленным в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические нормативы качества воды в ванне бассейна

Наименование показателя	Норматив
Водородный показатель pH, единицы pH	7,2-7,6
Окислительно - восстановительный потенциал, мВ	750-780
Жесткость общая, мг-экв/л, не более	5,0
Окисляемость перманганатная (превышение над исходной), мг O ₂ /л	0,5-1,0
Железо общее, мг/л, не более	0,3
Прозрачность	Безупречный просмотр всего дна бассейна
Наименование показателя	Норматив
Сульфаты, мг/л, не более	500

Окончание таблицы 2

Хлориды, мг/л, не более	350
Нитраты, мг/л, не более	40
Связанный хлор, мг/л, не более	0,8
Наименование показателя	Норматив
Озон	Отсутствие
Остаточная массовая концентрация добавляемых реагентов, мг/л, не более	ПДК

Для соблюдения условий представленных в таблице 1 качество подготовленной воды, поступающей в ванну бассейна, следует поддерживать в пределах, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к подготовленной воде

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя в подготовленной воде	
		Не менее	Не более
Физико-химические показатели			
Мутность	мг/л	0,2	0,5
Цветность	градусы	0	5
Водородный показатель рН	единицы рН	7,2	7,6
Нитраты (превышение над концентрацией в исходной воде)	мг/л	0	20
Перманганатная окисляемость (превышение над величиной в исходной воде) как O ₂	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

Окончание таблицы 3

б) бассейны для ходьбы, контрастные бассейны, проходные ножные ванны;	мг/л	0,3	0,6
в) гидромассажные ванны	мг/л	0,7	1
Связанный хлор*	мг/л	-	0,2
*Не распространяется на бассейны с непрерывным потоком исходной воды.			

Примечания к таблице 3:

В ванне бассейна для детей 1–6 лет содержание свободного остаточного хлора допускается на уровне 0,1–0,3 мг/л, при условии что колифаги в 100 мл воды не должны обнаруживаться.

В процессе эксплуатации вода в ванне бассейна, независимо от источника водоснабжения, должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4 [1].

Таблица 4 – Сравнение микробиологических показателей качества воды хозяйственно-питьевого назначения и воды в ванне бассейна во время эксплуатации

Основные микробиологические показатели	Нормативы	
	Хозяйственно-питьевое водоснабжение	Вода бассейна
Колиформные бактерии в 100 мл	не должны обнаруживаться	не более 1
Термотолерантные колиформные бактерии в 100 мл	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться
Колифаги в 100 мл	не должны обнаруживаться	не более 2
Лецитиназоположительные стафилококки в 100 мл	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться
Дополнительные микробиологические и паразитологические показатели		
Возбудители инфекционных заболеваний в 1000 мл	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться
Синегнойные палочки в 1000 мл	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться
Синегнойные палочки в 1000 мл	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться
Яйца и личинки гельминтов в 50 л	не должны обнаруживаться	не должны обнаруживаться

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

Примечания к таблице 4:

В ванне бассейна для детей 1–6 лет содержание свободного остаточного хлора допускается на уровне 0,1–0,3 мг/л, при условии что колифаги в 100 мл воды не должны обнаруживаться.

2.5 Технический, санитарный и технологический контроль

Эффективная работа общественного бассейна любого назначения невозможна без осуществления систематического технического, санитарного и технологического контроля.

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

Технический контроль включает:

- наличие у администрации официально изданных санитарных правил и методических указаний, требования которых подлежат выполнению;
- осуществление (организацию) лабораторных исследований;
- организацию медицинских осмотров (личные медицинские книжки), профессиональной гигиенической подготовки и аттестации персонала плавательных бассейнов;
- контроль за наличием сертификатов, санитарно-эпидемиологических заключений и иных документов, подтверждающих безопасность используемых материалов и реагентов, а также эффективность применяемых технологий водообработки;
- своевременное информирование местных органов и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы об авариях и нарушениях технологических процессов, создающих неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую ситуацию для посетителей бассейна;
- визуальный контроль специально уполномоченными должностными лицами за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий, соблюдением санитарных правил, разработкой и реализацией мер, направленных на устранение выявленных нарушений.

В процессе эксплуатации плавательного бассейна осуществляется контроль за:

- качеством воды;
- параметрами микроклимата;
- состоянием воздушной среды в зоне дыхания пловцов;
- уровнями техногенного шума и освещенности.

При отсутствии производственной аналитической лаборатории, аккредитованной в установленном порядке, контроль за качеством воды проводится с привлечением лабораторий, аккредитованных в системе государственного санитарно-эпидемиологического надзора и имеющих лицензию на проведение микробиологических исследований.

Лабораторный контроль за качеством воды в ванне бассейна включает исследования по определению следующих показателей:

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

а) органолептические (мутность, цветность, запах) - 1 раз в сутки в дневное или вечернее время;

б) остаточное содержание обеззараживающих реагентов (хлор, бром, озон), а также температура воды и воздуха - перед началом работы бассейна и далее каждые 4 часа [1];

в) основные микробиологические показатели (общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, колифаги и золотистый стафилококк) 2 раза в месяц;

г) паразитологические - 1 раз в квартал;

д) содержание хлороформа (при хлорировании) или формальдегида (при озонировании) - 1 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.

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 1 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 1 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.

2.6 Выводы

В данной главе были рассмотрены санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам, к воде для заполнения бассейна, к воде в чаше бассейна, технический, санитарный и технологический контроль бассейна. При проектировании и эксплуатации бассейна будут учтены данные требования и нормы.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

3 ОЧИСТКА И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДЫ В БАССЕЙНАХ

3.1 Предварительная очистка воды

Загрязнение – это непрерывный процесс, который происходит в водах бассейна. Вода, поступающая в бассейн, уже сама по себе может содержать вредные вещества. Но все же основным источником, загрязняющим бассейн, являются купающиеся.

Любые вещества, связанные с человеческим телом, обычно делятся на 3 категории: это выделения непосредственно человеческого тела; грязь, которая может попасть на тело человека, а потом и в бассейн; разного рода косметические средства.

Основные органические выделения тела человека попадающие в бассейн – это слюна, моча, слизь из носовой и ротовой полости, волосы, частички кожи. Органические выделения попавшие в бассейн содержат микроорганизмы (бактерии и вирусы).

Открытые бассейны также сталкиваются с такой проблемой мусора, такого как: листья, трава, почва, птичьи отходы, насекомые и т.д.

Наиболее высокие требования к качеству воды предъявляют в спортивных бассейнах, оборудованных системой оборотного технологического водоснабжения [3].

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

Крупные загрязнения и предметы (листья, шапочки и т.п.), случайно оказавшиеся в ванне, задерживаются решетками, устанавливаемыми на выпусках из ванны. Диаметр отверстий решетки рекомендуется принимать равным 10-12 мм, число отверстий в решетках определяется из расчета скорости движения воды в них в пределах 1-1,2 м/с [7].

Решетки выпускных отверстий целесообразно изготовлять из листовой нержавеющей стали толщиной 4-6 мм. Во избежание травм, отверстия решеток необходимо раззенковать и зачистить.

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

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

3.2 Коагулирование воды

Для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания циркулирующей воды путём многократного пропуска её через водоочистные установки в плавательных бассейнах желательно использовать коагулирование.

Коагуляция представляет собой соединение взвешенных микрочастиц в один крупный элемент и превращение его в хлопья. Этот процесс помогает вывести изводы различного рода мусор, видимый или нет, тяжелые металлы, а также вредные биологические компоненты.

Выпускается в порошковом, жидком и брикетированном виде. Последний вариант подходит только для профилактических мер, брикетами не чистят бассейн полностью, они выступают в роли помощников системам фильтрации.

Применение коагулянтов в процессе очистки бассейнов позволяет избавиться от таких факторов как:

- мутная вода;
- неприятный запах;
- раздражение глаз во время купания;
- сковывание кожи после посещения бассейна

Коагулянт для бассейна представлен различными производителями. Каждый из них предлагает свой состав и запрашивает свою цену за продукт, однако основные соединительные вещества ограничены. Самым популярным является гидрохлорид. Его еще называют полиоксихлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, это органический компонент, который зарекомендовал себя, как один из лучших коагулянтов.

Главными характеристиками являются:

- высокая степень очистки;
- экономичность;
- высокая скорость образования соединений;
- низкое содержание металлов и солей после реакции, что позволяет воде дольше оставаться пригодной для купания.

Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ представляет собой неорганическое соединение, которое пользуется своей популярностью из-за простоты применения. Но есть и очень крупный недостаток, такой коагулянт для очистки воды в бассейне имеет высокую чувствительность к кислотным и щелочным средам. Перед применением следует проверить рН-тестером состояние воды. Если показатель рН находится в диапазоне 6,5-7,5, то сульфат алюминия будет эффективным. Если нет, то склеивающий эффект будет значительно слабее, вода не очистится.

Для автоматизации 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 конструкции дозирующие станции для бассейнов разделяют на:

- станции дозирования для бассейнов на базе перистальтических насосов;
- станции дозирования для бассейнов на базе мембранных насосов.

Мембранные насосы дозаторы имеют довольно сложную конструкцию, состоящую из нескольких важных узлов: обратные клапаны (два и более), сама мембрана, мембранная полость, сложный возвратно-поступательный механизм и другие узлы.

Перистальтические насосы для бассейнов имеют довольно простое строение. Данное оборудование представляет собой электромотор с ротором специальной конструкции и шланговую арматуру, дозирующую реагенты в бассейн. Существенный минус таких насосов - маленькое противодавление и небольшая производительность (всего до нескольких литров в час).

3.3 Фильтрация

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

Наиболее распространенные в практике очистки воды плавательных бассейнов во всех странах мира песчаные фильтры. Мало того, такой тип фильтров настоятельно рекомендуется использовать для любых бассейнов общественного пользования.

В качестве фильтрующего элемента используется обычно песок, специальная мембрана (тканая или нет), активированный уголь. Их принцип действия прост: проходя через слой песка, мембрану или слой угля, большая часть загрязнений на них и оседает. На выходе имеем воду без большей части примесей, которая возвращается в бассейн.

В кварцевых фильтрах для бассейна вода очищается, проходя через специальный песок. Срок его замены – 3 года. Основной недостаток состоит в том, что задерживаются только частицы размером более 20 микрон, все остальные остаются в воде.

Сам процесс обратной промывки очень важен для нормальной и долговечной работы фильтра. Она производится при отсутствии купающихся в чаше бассейна и эта процедура несовместима с процессом активной дезинфицирующей обработки воды.

Схема песчаного фильтра представлена на рисунке 6.

Обычно пятиминутной обратной промывки бывает достаточно для успешного завершения процесса, но окончательный результат виден через смотровое стекло в верхней части корпуса. Процесс можно завершить, когда вода будет выглядеть прозрачной на вид, открывающийся в смотровом отверстии.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

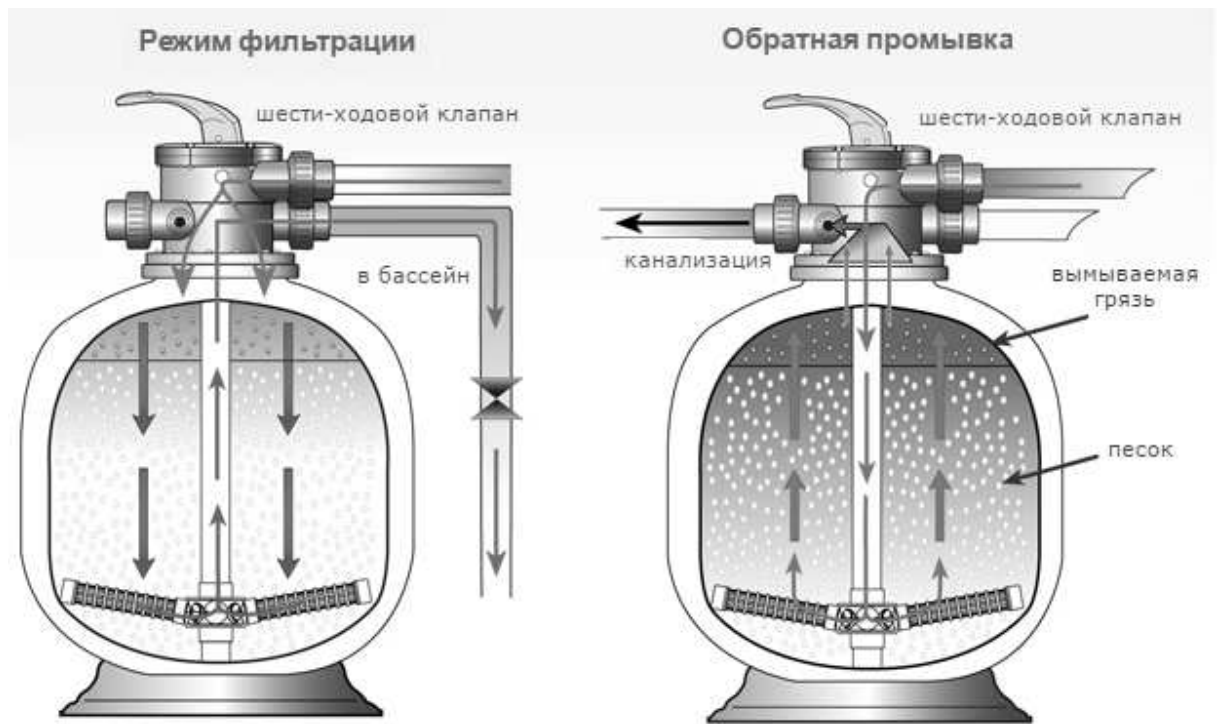


Рисунок 6 – Схема песчаного фильтра

В диатомовых фильтрах для бассейна загрязнения оседают на измельченных раковинах морских обитателей. С их помощью задерживаются все частицы, размером более 3 микрон, т.е. очистка очень качественная. Недостаток – необходимо раз в полугодие менять наполнитель, что является не слишком экономически выгодным.

Картриджные фильтры для бассейна представляют собой целую систему механических съемных фильтров разной плотности позволяет задерживать частицы размером более 10 микрон. Очистка воды в бассейне более тщательная, чем при использовании песка. Причем ежедневно чистить такой фильтр нет необходимости. После загрязнения картридж можно вынуть и промыть, если грязь уже не вымывается, его нужно заменить. Несмотря на несложное обслуживание и неплохую степень очистки, этот тип фильтров менее популярен чем кварцевые.

Число фильтров в общей системе фильтрации в бассейне может быть различным. Для гибкости и удобства настройки режима фильтрации лучше иметь несколько фильтров, как минимум два, - тогда профилактические работы можно проводить, не прерывая процесс очистки воды. Кроме того, идеальным вариантом обратной промывки является режим, когда в промываемый фильтр снизу закачивается вода, только что очищенная через другой фильтр, работающий в нормальном режиме.

3.4 Обеззараживание воды бассейна

Обеззараживание воды, подаваемой в ванны плавательных бассейнов, является обязательным [1]. Это гарантирует защиту от грибковых, вирусных, бактериальных и паразитных заболеваний, передаваемых через воду, а также

исключает возможность вредного влияния химического состава воды на организм человека.

Существующие методы дезинфекции воды бассейнов можно подразделить на

- реагентные;
- безреагентные;
- комбинированные.

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

К безреагентным - обработка бактерицидными лучами, ультразвуком и др.

В комбинированных методах одновременно применяются два (или более) способа обеззараживания или несколько дезинфектантов, один из которых способен в течение длительного времени сохранять свою активность в воде. Наилучший результат достигается при комбинации какого-либо метода с хлорированием, при котором присутствие остаточного хлора в воде ванны бассейна создаёт эффект пролонгированного дезинфицирующего действия.

Для 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 прямоточной системе водообмена может применяться практически любой из известных способов обеззараживания.

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

3.4.1 Хлорирование

Главное преимущество хлора и его соединений – пролонгированность действия, то есть способность долго сохранять активность в воде бассейна, принимая на себя первый удар поступающих загрязнений. Хлорирование является самым распространённым, недорогим и доступным. Оно имеет не только бактерицидный эффект, хлор также способствует удалению не задерживаемых фильтром органических примесей в результате их окисления.

Хлор известен в различных видах:

- в газообразной форме, предлагается в виде хлорного газа (Cl_2) в стальных баллонах или бочках;
- в жидкой форме, в виде гипохлорита натрия ($NaClO$) в канистрах или в больших ёмкостях, или в виде промышленного хлора;
- в твёрдой форме, предлагается в виде гранулянта или твёрдых таблеток.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР					

Применение гипохлорита кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$. Гипохлорит кальция, выпускаемый промышленностью, содержит около 50 – 60 % активного хлора, хорошо растворим в воде, готовится в обычных реакгентных баках. Возможно использование гипохлоритных растворимых таблеток, которые опускают непосредственно в ванну в количестве, определяемом анализами на содержание остаточного хлора.

Для ванн небольшого размера, кроме гипохлорита кальция, может быть применена хлорная известь. Недостаток – малое содержание активного хлора (до 25 - 30 %) и наличие большого количества нерастворимых примесей.

Применение двуокиси хлора ClO_2 . Двуокись хлора имеет такие же бактерицидные свойства, как и жидкий хлор. Установка для приготовления двуокиси хлора состоит из реакгентного хозяйства для хранения и дозирования реагентов, реактора-смесителя, эжектора для разбавления полученного раствора двуокиси хлора, закрытой ёмкости для его хранения и насоса-дозатора [3].

Гипохлорит натрия 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 HClO , являющаяся сильным дезинфектантом.

Дозирование раствора 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.

3.4.2 Дезинфекция воды бромом

Бромирование – эффективный и простой метод обеззараживания воды для бассейнов. Как дезинфектант бром обладает аналогичным с хлором пролонгирующим действием. В частных бассейнах бром используется в виде твёрдого медленно растворимого броморганического соединения. В воде бассейна доза остаточного брома должна быть 0,8-1,5 мг/л [28].

Немаловажно и то, что при обеззараживании бромом в воде не образуются такие токсичные вещества, как, например, хлороформ при хлорировании.

Бром имеет следующие преимущества по сравнению с хлором:

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

3.4.3 Йодирование

Применение йода для обеззараживания известно давно. Йод очень эффективен в борьбе против всех патогенных бактерий, но недостаточно

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

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 её обеззараживания не выдерживает конкуренции с традиционным хлорированием. При добавлении йода вода приобретает приятный оттенок. Наибольшую активность в воде проявляет йод, входящий в состав HI . Это соединение сохраняет бактерицидность даже при очень низких концентрациях.

Техника обеззараживания йодом и введения его в воду бассейна проста. Приготовленный 2%-й раствор йода с помощью шайбового дозатора вводится в смеситель-эжектор или во всасывающую линию циркуляционного насоса оборотной системы водообмена бассейна [3].

3.4.4 Активный кислород

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.

Так как вода, обработанная пероксидом водорода не вызывает раздражений глаз и кожи, не имеет запаха, и не образует вредных побочных продуктов, метод пероксидной обработки успешно применяется в частных бассейнах в качестве альтернативы хлорированию [30].

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.

Для усиления бактерицидного эффекта обработку перекисью водорода необходимо комбинировать с обеззараживанием воды другими реагентными или физическими методами (УФ - облучением, озонированием).

Содержание активного кислорода в воде бассейнов должно быть не менее 5 мг/л [28].

При применении реагентов, содержащих пероксид водорода, несколько уменьшается рН обрабатываемой воды. Кроме того, их использование может вызвать коррозию металлических деталей бассейна.

3.4.5 Озонирование

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

Скорость окисления озоном в 15 – 20 раз выше, чем хлором. Дозу озона для плавательных бассейнов выбирают в зависимости от режима работы системы водообмена; она колеблется от 0,2 до 2 мг/л [11].

Синтез озона осуществляется при воздействии электрического разряда на пропускаемый через генератор сухой воздух или кислород. Элементарный генератор озона состоит из двух электродов, разделенных диэлектриком. Электрод низкого напряжения представляет собой цилиндр из нержавеющей стали, в котором с зазором установлен полый цилиндрический стеклянный диэлектрик, покрытый с внутренней стороны тонким слоем металла.

Технологическая схема обработки воды с помощью озона включает в себя следующие этапы: вода из бассейна поступает в песчаный фильтр, задерживающий взвешенные и коллоидные загрязнения, затем в отфильтрованную воду добавляется озон. Дозирование озона производится автоматически, в зависимости от значения окислительно-восстановительного потенциала. Обработанную озоном воду перед возвращением в бассейн рекомендуется пропускать через фильтр с активированным гранулированным углем, при взаимодействии с которым происходит дезозонирование (удаление избыточного количества озона) с одновременной сорбцией органических загрязнений (аммиака, карбамидов, хлораминов), а также соединений железа и марганца.

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

3.4.6 Обеззараживание воды ионами тяжелых металлов

Олигодинамия (обеззараживание воды ионами тяжелых металлов) – это воздействие ионов благородных металлов на микробиологические объекты. Говоря о олигодинамии, как правило, рассматривают три металла – золото, медь и серебро. Наиболее распространенным методом для практических целей является применение серебра, иногда используются бактерицидные растворы на основе меди.

Золото не находит реального применения на практике, так как этот металл является очень дорогим.

Этот способ вряд ли получит широкое распространение; кроме того, доказана токсичность ионов тяжелых металлов для человека. Однако в большинстве случаев такой способ дезинфекции обеспечивает более длительную защиту воды от образования бактерий, спор и грибов, а также не требует применения дополнительных средств, например от водорослей. [28]

Для бассейнов доза серебра в пределах 0,15 – 0,3 мг/л даёт обеззараживающий эффект при продолжительности контакта серебра с водой в течение 30 – 60 минут.

3.4.7 Ультрафиолетовое излучение

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 придающего воде бактерицидные свойства.

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.

Схема подключения ультрафиолетовой установки для дезинфекции воды показана на рисунке 7.

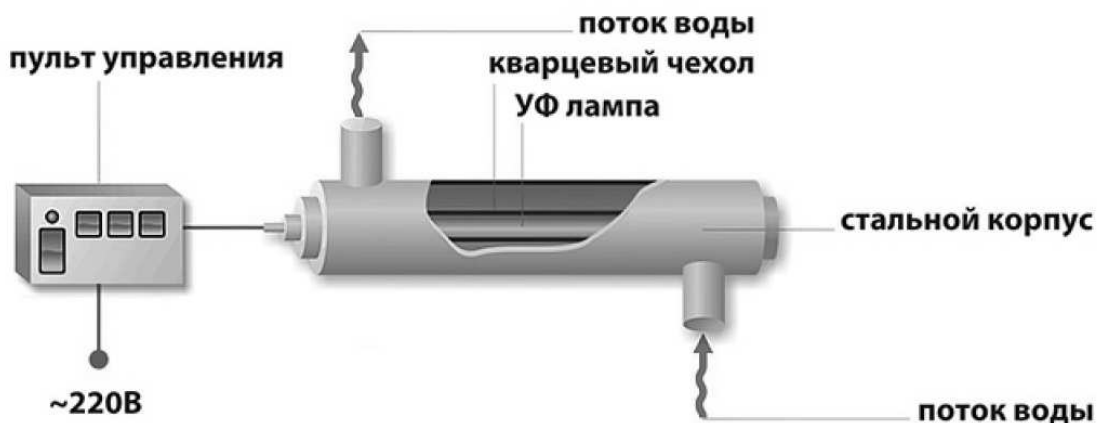


Рисунок 7 - Схема подключения ультрафиолетового фильтра для воды

3.5 Системы автоматической дезинфекции воды

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.

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.

Подача реагентов осуществляется в напорную трубу при помощи дозаторов представленного на рисунке 8.

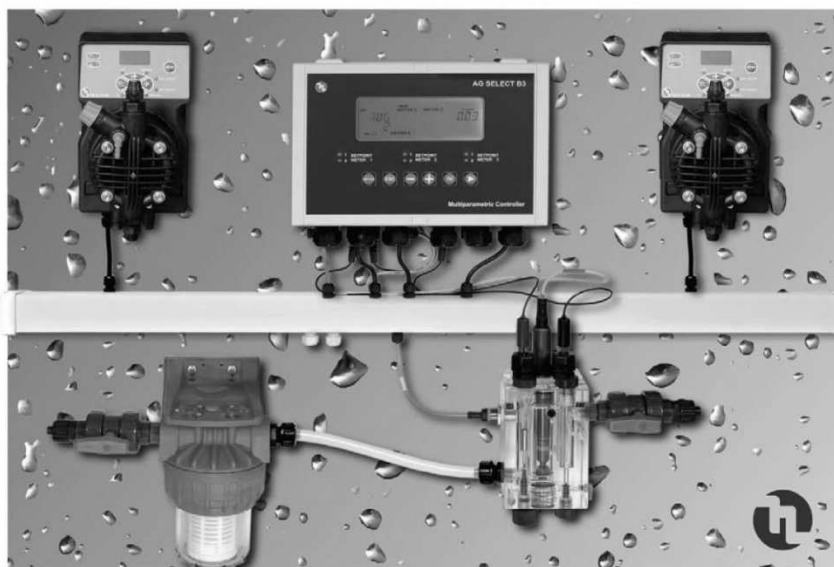


Рисунок 8 - Станция контроля дозирования реагентов Etatron Pool TOP Guard (Италия)

3.6 Выводы

В данной главе были рассмотрены методы очистки и обеззараживания воды в бассейнах. В качестве предварительной очистки на выпусках из ванны проектируем решетки. Для извлечения более мелких загрязнений за выпусками из бассейна устанавливаем циркуляционные насосы с префильтрами. Применение префильтров значительно увеличивает эффект глубокой очистки воды на напорных фильтрах. Для интенсификации процессов осветления используем предварительное коагулирование.

Для дезинфекции необходимо, чтобы значение рН находилось на уровне 7,2-7,6. Для этого существуют специальные измерительно-регулирующие установки, которые вводят подщелачивающий или подкисляющий реагент. Наиболее эффективно и легко осуществлять дозацию реагентов с помощью автоматических насосов-дозаторов.

Обеззараживание воды производим комбинированным методом с применением хлорирования и ультрафиолетового излучения.

4 ОБОРУДОВАНИЕ БАССЕЙНОВ

4.1 Классификация оборудования бассейнов

К оборудованию бассейна относятся:

- лестницы входа в воду;
- 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.

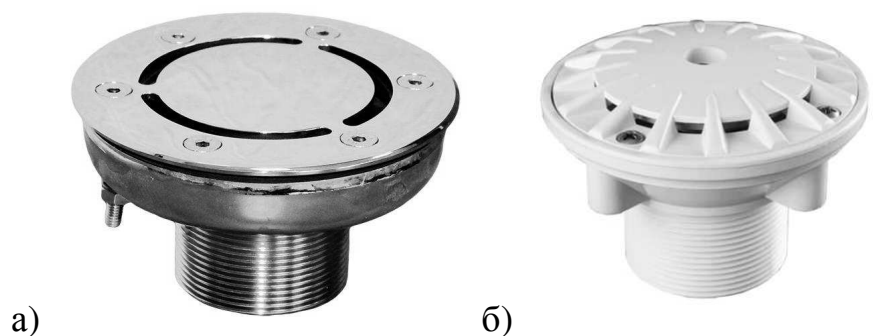
4.2 Устройства для технического водоснабжения чаши бассейна

Устройства для подачи и распределения циркуляционной воды состоят из магистрального трубопровода, подающего воду от очистных сооружений, распределительной сети, оборудованной запорной арматурой и подающими форсунками. Гидравлический расчёт трубопроводов распределительной сети и подбор диаметров подводящих и распределительных труб, выполняют для скорости движения воды в них не более 3 м/с, а в магистральных – не более 2 м/с. Рабочий напор у подающих форсунок целесообразно принимать не более 2 м.

Равномерность прохождения потока воды предполагает равные скорости подачи воды на всех форсунках, что достигается унификацией сечений подающих трубопроводов и расположением их в одной горизонтальной плоскости. Количество форсунок напрямую связано со скоростью воды, поступающей в бассейн, которая не должна превышать 1,5-2 м/с и 0,5 м/с - в мелких и опасных участках.

Применяются универсальные регулируемые форсунки производительностью от 3,0 до 7,0 м³/ч. Направление выхода струи можно регулировать, поворачивая их в любом направлении. Сопло выброса форсунки крепится к фланцу невидимыми шурупами. Существует несколько модификаций: универсальная, для плёночных и плиточных бассейнов. Они могут быть изготовлены из пластика и нержавеющей стали. Различные виды форсунок представлены на рисунках 9 и 10.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



а)

б)

Рисунок 9 – Донные форсунки
а – из нержавеющей стали; б – из ABS-пластика



а)

б)

Рисунок 10 – Стеновые форсунки
а – из нержавеющей стали; б – из ABS-пластика

4.3 Устройства для технического водоотведения чаши бассейна

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

Скиммер представляет собой полый 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. 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.

Различные конструкции скиммеров показаны на рисунке 11.

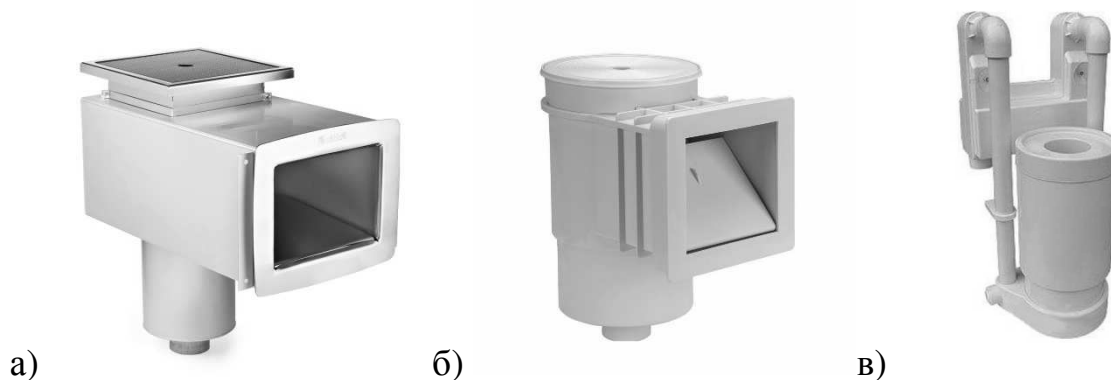


Рисунок 11 – Устройства для сбора воды с поверхности ванны бассейна
 а – скиммер встраиваемый из нержавеющей стали; б – скиммер встраиваемый из ПВХ; в – скиммер навесной из ПВХ

Переливной желоб обеспечивает нормальную циркуляция и равномерную подачу воды в систему фильтрации, а выплескиваемая из бассейна вода не заливает всю прилегающую территорию.

Разрез устройства переливного желоба показан на рисунке 12.

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/с.



Рисунок 12 – 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 - 1-2,5 м. Выпускные отверстия перекрываются решетками из нержавеющей стали (Рисунок 13). Диаметр отверстий в решетках - не более 12 мм, а общая их

площадь - в 1,5-2 раза больше площади поперечного сечения патрубка или отводной трубы выпуска [7]. Расчетную скорость движения воды в выпускных отверстиях рекомендуется принимать равной 0,4-0,5 м/с.



а) Рисунок 13 – Донный слив
а – универсальный донный трап из ABS-пластика; б – универсальный донный трап из нержавеющей стали

Число выпускных отверстий зависит от расчетного циркуляционного расхода или его части (60%), диаметров отверстий и труб, отводящих воду, и от скорости движения воды в этих трубах, которая для труб диаметром 100–300 мм принимается равной 1,2–1,5.

Возможен также отвод воды на рециркуляцию одновременно через донные выпуски и переливные желоба в равных пропорциях (50%).

Число выпускных отверстий и диаметр труб, отводящих от них воду, должны обеспечивать возможность опорожнения ванны в течение определенного заданного времени, при объеме воды в ванне до 600 м³ не должна превышать 12 ч, а при объеме больше 600 м³ – 24 ч [5].

4.4 Оборудование для подводного освещения

Подводные прожекторы (рисунок 14) служат для безопасности в бассейне, особенно важна подсветка стен и дна бассейна. Кроме того, прожекторы добавляют эстетики и служат элементом дизайна. Ориентировочная яркость подводных ламп составляет 1000 люменов на м² площади воды. Эта яркость позволяет использовать бассейн без дополнительного освещения над ним.

Для достижения однородной освещенности бассейна рекомендуется выдерживать расстояние между лампами 2,80 м. Светильники располагают на 70 см ниже поверхности воды на боковых стенках бассейнов таким образом, чтобы свет от светильников не ослеплял пловущих под водой.

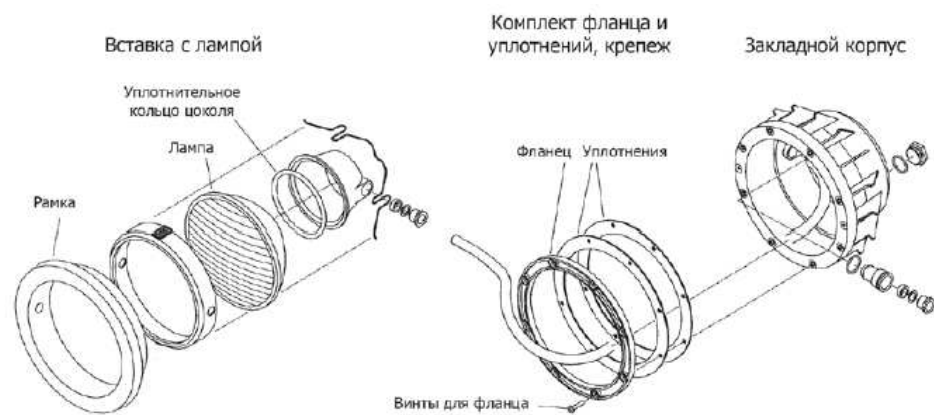


Рисунок 14 – Детальная схема прожектора с закладным корпусом

4.5 Подогрев воды бассейна

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 (рисунок 15).

Теплообменник 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.

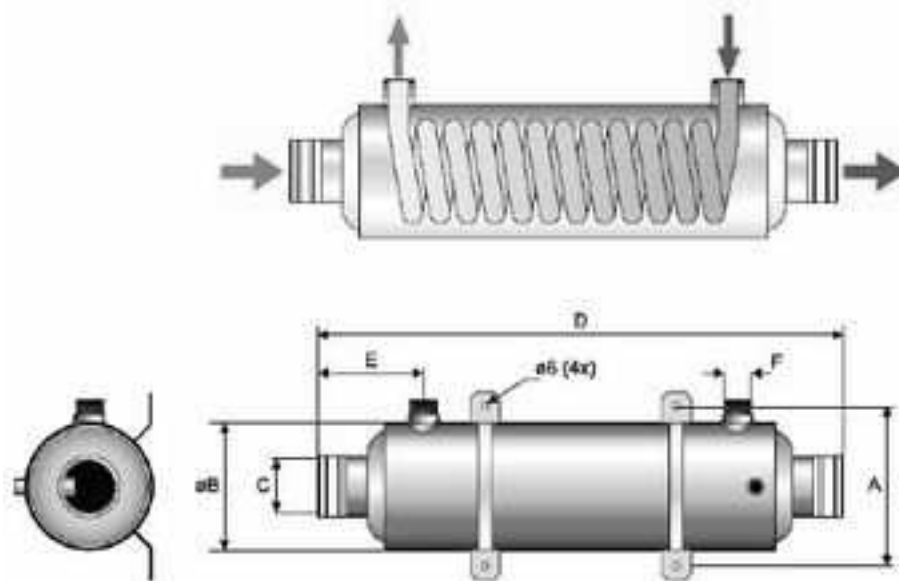


Рисунок 15 – Схема устройства теплообменника для бассейнов

Система подогрева воды в бассейне работает так: подключается циркуляционный насос для прокачки воды через теплообменник. Когда

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

температура воды в бассейне опускается ниже требуемой, термостат подает сигнал, и насос включается. Вода прокачивается вдоль змеевика в теплообменнике и нагревается. Сливаются 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. Они бывают горизонтальными и вертикальными, титановыми и из нержавеющей стали.

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.

4.7 Трубы и арматура

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.

По методу соединения бывают разборные и неразборные фитинги.

Предпочтительность разборного метода обусловлена возможностью замены, корректировки, ремонта или повторной эксплуатации узла. Разборные, в свою очередь, подразделяются на резьбовые, компрессионные (обжимные или цанговые), фланцевые и самофиксирующиеся.

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

В качестве запорной арматуры для реагентного хозяйства наиболее целесообразно использовать фланцевые чугунные диафрагмовые футерованные вентили. Менее желательно применение винипластовых вентилях из-за их недостаточной прочности и «прикипания» уплотняющих поверхностей.

4.8 Выводы

Правильный выбор оборудования в бассейне играет огромную роль при эксплуатации бассейна, обеспечивая надежность системы и, следовательно, ее долговечность. Также позволяя улучшить времяпровождения в бассейне, делая его более комфортным и безопасным для посетителей.

Для систем водоподготовки спортивного бассейна спортивно-оздоровительного комплекса «200-летия Севастополя», на основании изученного материала, проектируем бассейн переливного типа, предусматриваем форсунки из белого ABS-пластика, донные сливы из полиэстера и стекловолокна. Нагрев будем осуществлять теплообменником. Для систем водоснабжения и водоотведения используем напорные ПВХ трубы и фитинги.

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР				

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ СПОРТИВНОГО БАСЕЙНА СПОРТИВНО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА 200-ЛЕТИЯ СЕВАСТОПОЛЯ

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, 5, 6].

Для расчета и подбора оборудования разработана принципиальная схема водоподготовки бассейна, представленная на листе 2.

5.1 Описание объекта проектирования

Объектом проектирования является крытый плавательный бассейн переливного типа, круглогодичного использования с ванной 50x21 метров (8 дорожек для плавания) и вышкой для прыжков в воду с максимальной высотой прыжка – 10 метров.

Спортивный бассейн будет находиться на базе «спортивно – оздоровительного комплекса имени 200-летия Севастополя», расположенного в центральной части города Севастополя в Ленинском районе.

Целью данной дипломной работы является: проектирование систем водоснабжения и водоотведения спортивного бассейна на базе спортивно – оздоровительного комплекса имени 200-летия Севастополя.

Задачи:

1. Выбор современных технологий водоподготовки, которые обеспечат требуемое качество воды в бассейнах согласно [1], [2].

2. Аппаратурное оформление водоподготовки бассейна спортивно – оздоровительного комплекса имени 200-летия Севастополя.

3. Разработка оптимальных систем водоснабжения и водоотведения бассейна.

4. Подбор и расчет комплексной технологии обеззараживания воды в бассейнах.

5. Разработка технологической карты на бетонирование чаши плавательного бассейна.

6. Составление календарного плана производства работ по бетонированию чаши плавательного бассейна.

Генплан оздоровительного комплекса представлен на листе 1.

5.2 Исходные данные

Строительство плавательного бассейна осуществляется с целью проведения учебно-тренировочных занятий и соревнований регионального и местного уровня по различным водным видам спорта.

Источником водоснабжения служит сеть хозяйственно-питьевого водопровода.

Слив воды из бассейна осуществляется непосредственно в сеть бытовой канализации.

Местоположение спортивно - оздоровительного комплекса – город Севастополь Загородная Балка, Стрелецкий спуск, 1-А».

Конструктивно-строительная характеристика оздоровительного бассейна представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Исходные данные для оздоровительного бассейна

Характеристика	Значение
1. Назначение бассейна	Спортивный
2. Тип бассейна	Переливной
3. Тип покрытия	Плиточное
4. Площадь зеркала воды	1050 м ² (21*50м)
5. Периметр	142 м
6. Уровень зеркала воды	±0,000 м
7. Глубина максимальная/минимальная	5,200/1,800 м
8. Объем воды	3480 м ³
9. Требуемая температура воды	28 °С
10. Освещение	Подводные прожектора
11. Посещаемость за сеанс	96 чел
12. Срок эксплуатации бассейна	11 мес.
13. Время полного водообмена	не более 8ч

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

5.3 Определение и расчет циркуляционного расхода

Оборотная система водообмена предусматривает повторное и многократное использование воды после ее очистки и дезинфекции. В зависимости от назначения бассейна и обеспечения необходимого водообмена (времени рециркуляции) принимается величина циркуляционного расхода воды (объемного потока), подаваемого в ванну бассейна. Для последующих расчетов

циркуляционный расход $Q_{ц}$ для ванны бассейна можно определить по следующим формулам [5].

$$Q_{ц} = \frac{V}{T}, \quad (5.1)$$

где V – объем ванны бассейна, m^3 ;

T – период полного водообмена, принимаем для спортивного бассейна $T = 8$ ч. [3].

Циркуляционный расход исходя из проектирования двух контуров оборотного водоснабжения равен:

$$Q_{ц} = \frac{1740 \text{ м}^3}{8 \text{ ч}} = 217,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5.4 Расчет подпиточного расхода

Потери воды в процессе эксплуатации возникают в результате испарения, выплёскивания ее и уноса купающимися.

Вода из рециркуляционного контура, прошедшая обеззараживание, коагуляцию и осветление, может использоваться для промывки фильтров, а после подогрева - для мытья обходных дорожек и полов душевых при ваннах, а также в проходных ножных душах.

Потери воды при испарении $Q_{исп}$, с водной поверхности ванны открытого бассейна зависят от состояния окружающего воздуха, его влажности и скорости перемещения слоев воздуха над поверхностью воды.

Потери воды на испарение Q , унос и разбрызгивание в крытых ваннах могут определяться укрупненно по формуле:

$$Q_{исп} = 0,0064 * A, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5.2)$$

где A - площадь зеркала воды, m^2 .

$$Q_{исп} = 0,0064 * 1050 = 6,72 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на промывку фильтров определяется по формуле:

$$Q_{ф} = 4,2 * A * n, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5.3)$$

где A - площадь одного фильтра, m^2 .

n – общее количество фильтров

$$Q_{ф} = 4,2 * 3,14 * 8 = 106 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общие потери воды $Q_{пот}$ представляют собой сумму величин

$$Q_{пот} = Q_{ф} + Q_{исп} \quad (5.4)$$

$$Q_{пот} = 6,72 + 106 = 112,72 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Следовательно в ванну каждые сутки нужно добавлять :

$$Q_{доб} = 112,72 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

5.5 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации

Очистка воды от загрязняющих примесей ведется через песчаный фильтр. Фильтрующий материал – кварцевый песок. Мелкие фракции кварцевого песка позволяют фильтровать частицы более 40 микрон. Применяемый насос фильтровальной установки должен соответствовать параметрам необходимого расхода при фильтрации. Необходимая площадь фильтрации определяется по формуле [3]:

$$S_{\phi} = \frac{Q_{ц.общ}}{v_{\phi}}, \quad (5.5)$$

где $Q_{ц}$ - циркуляционный расход;

v_{ϕ} - необходимая скорость фильтрации для бассейна (принимается 30 м/ч). [3]

$$S_{\phi} = \frac{435}{30} = 25,12 \text{ м}^2$$

Для надежности системы очистки воды и из условия работы насоса фильтровальной установки (время работы насоса 12 часов в сутки, а также согласно [3] время полного водообмена не более 8 часов) при скорости фильтрования 30 м/ч и циркуляционного расхода 435 м³/ч необходима площадь фильтрования 25,12 м². Принимаем к проектированию 8 фильтровальных установок VOLCANO TID – 2000160 (рисунок 16), производительностью 157 м³/ч, диаметром 2000 мм и высотой 2,03 м, с площадью фильтрации каждый 3,14 м². Производительность фильтровальных установок регулируется при пуско-наладочных работах.

Характеристики фильтровальной установки:

Вес: 380 кг;

Производитель: Volcano;

Производительность: 157000 л/ч

Масса наполнителя: 675 кг. гравий 3650 кг. песок

Фракция наполнителя: 0,5-1,0 мм



Рисунок 16 – Фильтровальная установка VOLCANO TID – 2000160

5.6 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода

Потери по длине потока определяются по формуле:

$$h_{\text{дл}} = \frac{\lambda L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (5.6)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения при течении воды;

L – длина трубопровода, м;

d – диаметр трубопровода, мм;

v – скорость течения, равная 1,5 м/с;

g – ускорение свободного падения.

Для расчета потерь по длине берем расстояние от насоса до самой удаленной форсунки.

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.

Расчет потерь по длине и местных потерь определим с помощью таблиц Шевелева [29].

Таблица 6 – Гидравлический расчет системы водоснабжения бассейна

Участок, м	Диаметр, мм	Расход, л/с	Скорость, м/с	1000i	Потери по длине, м
1	2	3	4	5	6
1) $L_{250\text{мм}} - 95,2$ м	250	60,42	1,5	14,7	1,44
2) $L_{63\text{мм}} - 18,0$ м	63	4,4	1,74	61,6	1,1
Потери на водонагревателе, м					0,5x4

Окончание таблицы 6

Потери на УФ-стерилизаторе, м					0,5
Потери на фильтре, м					4x0,5
Итого на всем участке, м					7,04
Всего с учетом местных потерь, м					9,15

По [1] напор насоса рассчитываем по формуле:

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{totl} + H_f, \quad (5.7)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса до коллектора, 4,2м;

H_{totl} – сумма потерь напора (потери по длине и местные потери), 9,15 м;

H_f – свободный напор, 5,2м (максимальная глубина бассейна для обеспечения прохождения потока через толщу воды);

$$H_p = 4,2 + 9,15 + 5,2 = 18,55 \text{ м}$$

Принимаем 2 рабочих +2 резервных циркуляционных насоса с префильтром FDN-134V фирмы «Bombas», Испания.

Параметры принятого насоса: $Q=217,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=19\text{м}$, $N=18,4 \text{ кВт}$.

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

Фильтр имеет проходы для подключения вентильной группы и герметичное отверстие для сервисного обслуживания.

При помощи вентильной группы проводятся различные режимы работы фильтровальной группы: режим фильтрации, опорожнение, циркуляция- поток в обход фильтрующего материала, закрыто, обратная промывка, очищающая промывка.

5.7 Расчет устройств для заполнения ванн бассейнов

Наполнение ванн водой осуществляется с помощью подающих форсунок (впускных циркуляционных отверстий). Полное смешение впускаемой воды со всей массой воды ванны достигается, если впускные отверстия распределить таким образом, чтобы создаваемые ими факелы свободных струй занимали весь объем воды в ванне и не мешали друг другу [1].

Пропускная способность одной форсунки $2,2-12\text{ м}^3/\text{ч}$, при суммарной производительности фильтров – $435\text{ м}^3/\text{ч}$ и учета обеспечения отсутствия «мертвых зон» необходимое количество для равномерности распределения потока воды, принимаем – 102 шт.

Форсунки имеют возможность регулирования своей пропускной способности и регулирования потока воды ко дну и поверхности бассейна.

Все форсунки изготовлены из пластика и монтируются после бетонирования чаши бассейна в специальные ниши, оставленные при бетонных работах (как закладная деталь).



Рисунок 17 - Форсунка донная из ABS-пластика

5.8 Расчет устройств для отвода воды из ванн бассейнов

Отвод воды на рециркуляцию в бассейне осуществляется с помощью донных выпусков и переливного желоба, который устраивается по четырём сторонам бассейна. В этом случае забор воды из бассейна осуществляется с двух уровней: с поверхности и из придонной части, что позволяет обеспечить более качественную очистку воды. Донный выпуск служит также для опорожнения бассейна при размещении выпуска канализации ниже дна бассейна. При заборе воды из бассейна через донный выпуск с помощью насоса трубопровод от переливного лотка следует перекрыть. В соответствии с требованиями нормативной литературы [5] запрещается присоединять донный выпуск к системе хозяйственно-бытовой канализации без разрыва струи.

Минимальное сечение переливного желоба определяется согласно [1]

$$S = 0,063 \frac{N}{L} + 0,0003 \frac{Q}{kn} \quad (5.8)$$

где N – количество одновременно занимающихся, чел

L – длина переливного желоба, м

Q – объемный поток, м³/ч

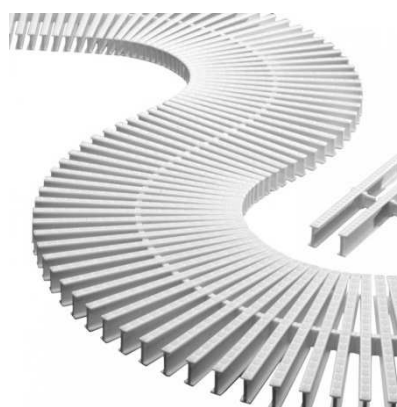
k = 4 при двухстороннем подходе воды к сливным отверстиям;

n = 26 – число сливных отверстий.

$$S = 0,063 \frac{96}{144} + 0,0003 \frac{435}{4 * 96} = 0,042 \text{ м}^2$$



а)



б)

Рисунок 18 – Оборудование переливного желоба

а) Дренаж лотка перелива из ABS-пластика; б) Модули решетки перелива из ABS-пластика

Донные сливы предназначены для забора воды на фильтрацию или опорожнения бассейна. Рекомендуется забирать через переливной желоб 70-75% всего циркуляционного расхода воды, а через донный слив соответственно 25-30% всего расхода. Продолжительность стока воды при опорожнении ванн бассейнов объемом более 600 м³ не свыше 24ч. [5]

Принимаем четыре донных слива Astral 22361 (рисунок 19).

Донный слив универсальный от компании «Astral»

Размер: 355x355мм

Материал: полиэстера и стекловолокна.

Модель:22361.

Пропускная способность: 42 м³/ч.

Подсоединение: боковое Ø 110mm

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 19 – Донный слив Astral 22361

5.9 Расчет переливной емкости

Из переливного лотка вода попадает в переливную емкость (балансный резервуар), установленную в техническом помещении. Расчет рабочего объема переливной емкости выполняется по формуле [9].

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (5.9)$$

$$V_1 = 0,075 * N \quad (5.10)$$

$$V_2 = 0,04 * A \quad (5.11)$$

$$V_3 = 7,2 * A_f * t \quad (5.12)$$

где V_1 - объем воды, вытесненной посетителями, м³;

V_2 - объем воды, вытесненной волнами, м³;

V_3 - расход воды на промывку фильтра, м³;

A - площадь зеркала воды бассейна, м²;

$N = 96$ количество одновременно занимающихся, чел;

A_f - площадь поперечного сечения фильтра, м²;

t - время промывки, доли часа;

0,075 - средний объем воды, вытесненный одним человеком, м³;

0,04 - средняя высота волны, м, в бассейне площадью более 100 м².

$$V_1 = 0,075 * 96 = 7,2 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0,04 * 1050 = 42 \text{ м}^3$$

$$V_3 = 7,2 * 25,12 * \frac{7}{60} = 18 \text{ м}^3$$

$$V = 7,2 + 42 + 18 = 67,2 \text{ м}^3$$

Расчет полного объема переливной емкости:

$$V_{\text{полн}} = 1,2 * V \quad (5.13)$$

$$V_{\text{полн}} = 1,2 * 67,2 = 80,64 \text{ м}^3$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 7 – Результаты расчета переливной емкости

№	Наименование	Рабочий объем, м ³	Полный объем, м ³
1	Переливная емкость	67,2	81

Предлагается выполнить переливную емкость из железобетона, оборудованную блоком автоматики, объемом 81 м³ (13500x2850x2100(h)).

5.10 Обвязка трубопроводами чаши

Все трубопроводы выполнены из напорного ПВХ по склеиваемой стыковой технологии. Устройства забора воды имеют скорость потока не более 0,5 м/с, устройства подачи воды имеют скорость потока не более 2-3 м/с, скорость потока в трубопроводах от 1,2 до 2,5 м/с. Разводка трубопроводов в дне и стенах чаши бассейна, план и аксонометрическая схема обвязки оборудования водоподготовки представлены на листах 3, 4 и 5 соответственно.

5.11 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды

Основной функцией теплообменника является подогрев циркуляционной воды и подпиточной воды, подаваемой из водопровода на покрытие потерь воды в процессе эксплуатации, также учитывается покрытие потерь тепла в трубах, конвекция и излучение во время испарения воды в ванне бассейна. Теплообменник оснащен датчиком температуры, защитой от перегрева и управляющим блоком с исполнительным электромагнитным клапаном на греющей воде с предварительной очисткой воды грязевым фильтром.

Общая производительность нагревателя рассчитывается по следующей формуле [3]

$$Q_s = \left(\frac{V * C(t_b - t_k)}{Z_a} \right) + Z_u * S, \quad (5.14)$$

где Q_s – производительность теплонагревателя, Вт;

V – объем воды в бассейне, л;

C – удельная теплоемкость $C=1,163$ Вт/кг·°С; [3]

t_b – температура воды в бассейне, °С;

t_k – температура заправляемой воды (подпитки), °С;

Z_a – время, требующееся для нагрева воды до определенной температуры в часах, принимаем 72ч; [3]

Z_u – добавочный фактор на потерю тепла во время нагрева воды для бассейнов без теплосберегающего покрытия (Крытый бассейн = 120 Вт/м²). [3]

S – площадь зеркала воды, м²

$$Q_s = \left(\frac{3480000 * 1,163(28 - 10)}{72} \right) + 120 * 1050 = 1137810 \text{ Вт} = 1137,8 \text{ кВт}$$

К проектированию: проточный водоводяной теплообменник BOWMAN GL140-3708-2С, 4 штук по 300,0 кВт. Таким образом, общая мощность 1200кВт. Первичный нагрев составит примерно 72 часа.

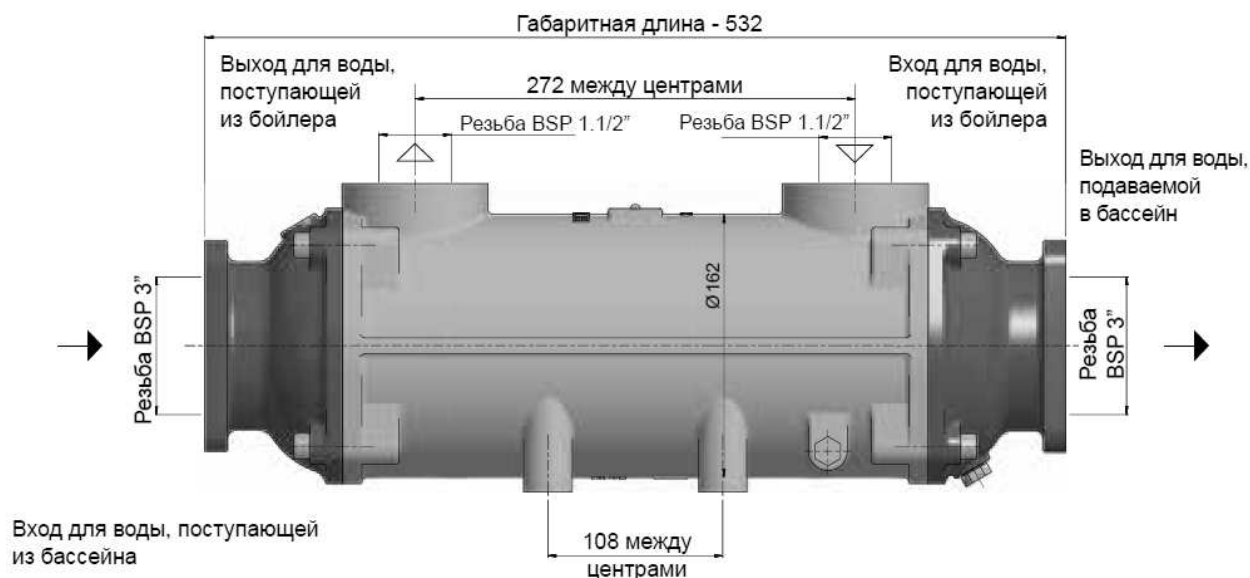


Рисунок 20 - Теплообменник «BOWMAN GL140-3708-2С» 300,0 кВт

5.12 Выводы

Составлена принципиальная схема водоподготовки бассейна. Определен циркуляционный расход системы водоподготовки бассейна. Выполнен гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна. Произведен расчет и подбор технологического оборудования водоподготовки бассейна спортивно-оздоровительного комплекса «200-летия Севастополя».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6 РАСЧЁТ СООРУЖЕНИЙ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА

План технического помещения и аксонометрическая схема обвязки оборудования водоподготовки представлены на листах 4 и 5.

6.1 Ввод реагентов

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

- 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.

6.2 Расчет дозы коагулянта и подкисляющего реагента

Доза жидкого коагулянта определяется производителем, так как зависит от процентного содержания активного вещества. В качестве коагулянта принимаем СТХ-44 (на основе полиоксихлорид алюминия), 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 . [3]

Минимальная доза коагулянта для проектируемого бассейна составит [3]

$$D_k = 0,2 * V_{\text{фильтр}}, \quad (6.1)$$

где, $V_{\text{фильтр}}$ – объем фильтрации;

$$D_k = 0,2 * V_{\text{фильтр}} = 0,2 * 435 = 87 \frac{\text{мл}}{\text{ч}}$$

Для добавления коагулянта предусмотрена станция дозирования Etatron DLX-MA/AD

Определим дозу подщелачивающего реагента по формуле [31]

$$D_{\text{щ}} = K_{\text{щ}} \left(\frac{D_k}{e_k} - \text{Щ}_0 \right) + 1 \quad (6.2)$$

где $K_{\text{щ}}$ - коэффициент, равный для извести (по CaO) – 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;

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

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

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

Корректировка значения pH в пределах величины 7,2-7,8, при которой достигается максимальный обеззараживающий эффект, осуществляется подкислением воды. В качестве реагента подкисления применяется СТХ -15 minus на основе серной аккумуляторной кислоты, которая поставляется в готовом виде и дозируется в виде водного раствора. Дозу раствора кислоты принимаем 6 мл/м^3 при понижении pH на 0,1 единиц.

Тогда расходы подкисляющего реагента вычисляются по формуле [31]

$$W_A = Q_{\text{час}} * D_A, \quad (6.3)$$

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

D_A – максимальная доза реагента при изменении pH на 0,1 единицу, мл/м^3 .

Для системы часовой расход подкисляющего реагента составит:

$$W_A = 6 * 435 = 2,61 \frac{\text{л}}{\text{ч}} = 62,64 \frac{\text{л}}{\text{сут}}$$

6.3 Комбинированное обеззараживание

Для данного бассейна принят комбинированный метод обеззараживания воды. После прохождения фильтровальной установки воды поступает на нагрев и затем на обработку жидкими реагентами. После обеззараживания жидкими реагентами, вода проходит ультрафиолетовую обработку. Подбор ультрафиолетовой установки произведен исходя из объема бассейна и максимального часового потока проходящего через неё.

6.3.1 Подбор установки ультрафиолетовой дезинфекции

Установка УФ-дезинфекции воды УФУ предназначена для получения безопасной в эпидемическом отношении воды, очищенной от возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной и вирусной природы. Обеззараживающий эффект обеспечивается воздействием ультрафиолетового излучения бактерицидной области спектра (длина волны 254 нм).

Проектирую установки ультрафиолетовой дезинфекции воды MASTER DUV-7A500-N MST-AT – 2шт.



Рисунок 21 – Установка ультрафиолетовой дезинфекции воды MASTER DUV-7A500-N MST-AT

Характеристики ультрафиолетовой установки приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Технические характеристики ультрафиолетовой установки

Наименование параметра	Значение
Производительность	217,5 м ³ /ч
Потребляемая мощность	3700 Вт
Напряжение	220 В
Количество ламп	7
Мощность одной лампы	500 Вт
Доза излучения	25 мДж/см ²
Подсоединение	DN 200
Габаритные размеры	1526x543x171(h)
Материал корпуса	Нерж. сталь AISI-304
Объём реактора	110 л

6.3.2 Расчет дозы обеззараживающего реагента

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. [3]

Ввод обеззараживающих реагентов осуществляется после нагревательной установки. 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. [3] Ориентировочно принимаем дозу при комбинированном методе обеззараживания 0,5 мг/л. Необходимый часовой расход активного хлора определяем по формуле [3]

$$Q_{Cl} = \frac{Q_{\text{час}} * D_{Cl}}{1000} \quad (6.4)$$

где $Q_{\text{час}}$ – расход обеззараживаемой воды, м³/ч;
 D_{Cl} – расчетная доза активного хлора в г/м³.

Для системы часовой расход активного хлора составит:

$$Q_{Cl} = \frac{435 * 0,5}{1000} = 0,2175 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Время, на которое заготавливают раствор гипохлорита натрия принимаем равным 24 ч. Это составит 5,22 кг активного хлора, а значит 25 л готового сиропообразного раствора гипохлорита натрия (т.к. содержание активного хлора в растворе гипохлорита натрия 208 г/л) соответственно.

6.3.3 Подбор станции регулирования и дозирования реагентов

Для обеззараживания и подкисления предусмотрена станция регулирования и дозирования Etatron POOL TOP GUARD – 2шт. Она представляет собой профессиональную автоматическую систему дозирования, предназначенную в основном, для общественных плавательных бассейнов.

Оборудование позволяет контролировать уровни рН, RedOx (окислительно-восстановительного потенциала) и концентрацию свободного хлора. Оно оснащено высокоточным контроллером нового поколения eSELECT В3 с жидкокристаллическим экраном и русифицированным меню. Кроме того, POOL TOP GUARD обладает широким выбором дополнительных настроек и легкодоступной проточной обвязкой, упрощающей техническое обслуживание.

Отличительные черты предлагаемой системы дозирования:

- Пропорциональное дозирование (2 независимых выхода 4-20 mA на каждый измеряемый параметр);
- Постоянное дозирование;
- Управление по датчику потока жидкости, установленного в измерительной кювете;
- Контроль химических реагентов в дозирующих контейнерах, благодаря датчикам уровня реагента (входящим в комплект поставки);
- Три независимых ON-OFF выхода (с бесконтактным реле) для подключения вспомогательных устройств по электронному таймеру;
- Два основных типа русифицированного меню: Стандарт и Эксперт, с возможностью установки пароля на произведенные настройки;
- Русифицированное меню.

POOL TOP GUARD позволяет настраивать аварийную сигнализацию по предельным уровням рН или хлора. Также эта система дозирования позволяет устанавливать соединение с ПК посредством интерфейса RS232 с выводом на экран монитора основных параметров работы системы.

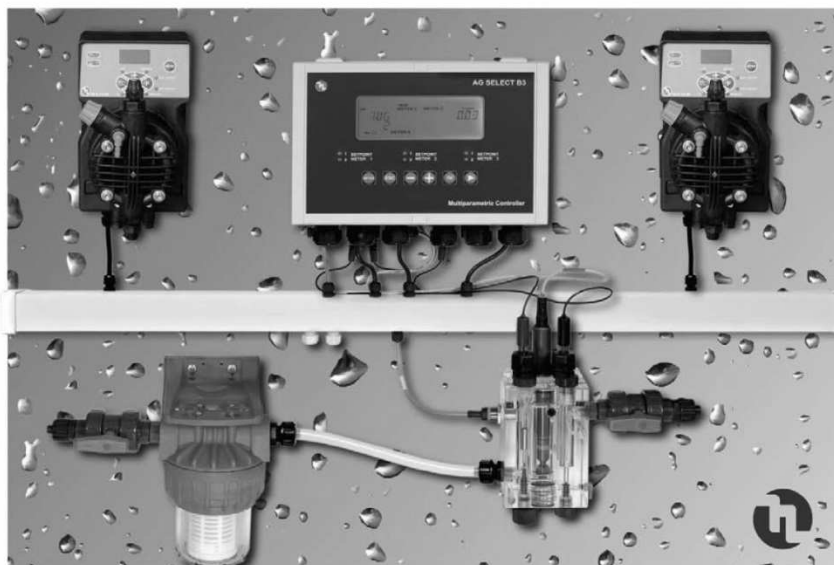


Рисунок 22 - Станция контроля дозирования реагентов Etatron Pool TOP Guard (Италия)

6.4 Расчёт складов реагентов

Коагулянт поставляется в канистрах по 20л. Хранение коагулянта предусматривается на складе из условия хранения 30-суточного запаса [28]. Месячный запас коагулянта для системы составляет 59,63 л, это 3 канистры с жидким реагентом.

Раствор СТХ -15 minus для регулировки pH поставляются в полиэтиленовых цистернах объемом 20 л. Примем их запас на 30 суток – это 1880 л, 94 канистры подкисляющего реагента.

Гипохлорит натрия поставляется в канистрах объёмом 20 л. За сутки требуется 25 л раствора, соответственно за 30 суток – 750 л или 38 канистр.

Требуемая площадь склада под реагенты составляет 6 м^2 , помещения для приготовления коагулянта – 6 м^2 .

Кроме реагентов на складе хранится грузочный материал для фильтров из расчёта износа загрузки на 10 % в год. Для системы из 8 фильтров требуемый объём кварцевого песка – 2920 кг. Кварцевый песок поставляется в упаковках весом по 25 кг. Следовательно, необходимо место под хранение 117 упаковок песка весом 25 кг. Принимаем свободную площадь 2 м^2 для хранения загрузки.

6.5 Выводы

В данной главе произведен расчет доз коагулянта, обеззараживающего и подкисляющего реагента.

Доза коагулянта спортивного бассейна составила 2,08 л/сут; В качестве коагулянта для всех систем принимаем СТХ-44 (на основе полиоксихлорид алюминия). Содержание Al_2O_3 – 20,0 %.

Принято две измерительно-регулирующих установки Etatron Pool TOP Guard.

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР					

Доза обеззараживающего реагента составила по активному хлору составит 5,22 кг/сут активного хлора, а значит 25 л готового сиропообразного раствора гипохлорита натрия с содержанием активного хлора 208 г/л.

В качестве реагента подкисления применяется СТХ -15 minus на основе серной аккумуляторной кислоты, которая поставляется в готовом виде и дозируется в виде водного раствора. Для системы часовой расход подкисляющего реагента составляет 62,64 л/сут.

Произведен подбор дозирующего оборудования и установок для ультрафиолетовой дезинфекции воды чаши бассейна.

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР				

7 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ПРОМЫВНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД

7.1 Определение количества промывных вод фильтра

Всего в системе функционируют 8 фильтров. Объем воды, необходимый для промывки одного фильтра вычисляется по формуле:

$$V = \frac{AF \cdot W \cdot ZSP}{60}, \quad (7.1)$$

где AF- площадь фильтрации, м²;

W- скорость фильтрации, м/ч;

ZSP- время обратной промывки в минутах, принимаем 6 минут [3].

Объем промывных вод и расход воды на промывку для каждого фильтра составляет:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 6}{60} = 9,42 \text{ м}^3$$

За один день промывается один фильтр. Сброс промывных вод предусмотрен в бак объемом 10 м³.

7.2 Рекомендации по использованию промывных вод

Промывные воды от фильтра можно использовать для уборки территории и технические нужды оздоровительного комплекса, на полив зеленых насаждений, поливку дорог. В зимнее время промывные воды из бака следует направлять в бытовую канализацию.

7.3 Выводы

В данной главе был произведен расчет количества промывных вод фильтров. Количество промывных вод составляет 9,42 м³. Для снижения потребления энергоресурсов рекомендуем отводить промывные воды фильтров на технические нужды оздоровительного комплекса.

8 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Объектом строительства является спортивный бассейн, конструктивно-строительная характеристика которого представлена в таблице.

В работе рассматриваются следующие строительные работы: устройство и разборка опалубки днища и бортиков, бетонирование дна и бортиков чаши бассейна. Схема бетонирования дна чаши бассейна представлена на листе 6.

Таблица 9 – Конструктивно-строительная характеристика оздоровительного бассейна и его основные технологические требования

Характеристика	Значение
Назначение бассейна	Спортивный
Гидравлика бассейна	Переливной
Тип покрытия	Бетон с плиточным покрытием
Площадь зеркала воды	1050 м ² (21*50м)
Периметр	142 м
Глубина средняя	3,5 м
Объем воды	3480 м ³
Требуемая температура воды	28 °С

8.1 Технология бетонирования бассейна

В данном проекте дно чаши расположено на железобетонных колоннах, которые располагаются на фундаментной плите.

Чаще всего чаша бассейна изготавливается из монолитного бетона, класса прочности не ниже В25, водонепроницаемости не ниже W4 [27].

Один из основных вопросов, возникающих при строительстве бассейна – это вопрос обеспечения гидроизоляции и долговечности конструкции.

При строительстве бассейна необходимо уделить внимание решению следующих технологических проблем:

1. Создание прочной, водонепроницаемой железобетонной чаши – основной вопрос строительства бассейна. Качество бетона повышают введением в него гидроизолирующих добавок (например SATURFIX, IDROBETON итальянской фирмы INDEX) и пластификатора (например, FLUXAN), увеличивающих водонепроницаемость, механическую прочность, время жизни раствора, и адгезию бетона к арматуре.

2. Гидроизоляция «холодных» швов и закладных элементов – очень важный вопрос, поскольку чаще всего неприятности с протечками обусловлены

недостаточным вниманием к швам примыкания бортов бассейна к дну. Выполняется оштукатуривание поверхности бетона по штукатурной металлической сетке водостойким раствором (цемент М-500+песок) с латексной добавкой и микрофиброй, повышающих адгезию, водостойкость, эластичность и стойкость к трещинообразованию штукатурки. На подготовленную поверхность чаши бассейна наносится эластичная полимерно-цементная гидроизоляция (например, OSMOLASTIC) слоем 2,5 мм по стекловолоконной сетке с ячейками 5x5 мм. Шов между поверхностью дна бассейна и стенками обрабатывается адгезионной жидкостью (таким, как STRATO 4900 в смеси с водой и цементом) и уплотняется расширяющимся при взаимодействии с водой герметизирующим шнуром (например, EXPAN BENTONITICO). Шнур фиксируется в шве дюбелями или специальным клеем. Отливку чаши бассейна рекомендуется фиксировать в опалубке перед заливкой, гидроизоляция в этом случае обеспечивается шнуром, обмотанным внахлест вокруг элементов.

Гидроизоляция закладных элементов в полостях чаши, оставленных при отливке, производится шнуром, при этом поверхность полости обрабатывается адгезионной жидкостью (в смеси с водой и цементом). Элемент фиксируется, а оставшееся пространство заливается расширяющимся составом (например, RESISTO FLUID ANCHOR).

3. Доводка чаши до точных геометрических размеров. После снятия опалубки поверхность стенок и дна бассейна не всегда готова к дальнейшей отделке. В некоторых местах необходимо удалить лишнее, в других оштукатурить поверхность. Нанесение штукатурки на плотный, хорошо провибрированный бетон сопряжено с опасностью плохой адгезии и отслаивания ее, со временем, от основы. Избежать этого можно, используя водостойкие ремонтные составы или штукатурный раствор (цемент М-500+песок) с латексными добавками.

4. Гидроизоляция внутренней поверхности чаши. Бетонную поверхность чаши бассейна изолируют обмазочной гидроизоляцией, которая наносится на увлажненную бетонную или оштукатуренную поверхность кистью в два слоя.

5. Выполнение облицовочных работ. Укладка плитки на гидроизоляцию производится водостойким клеем с латексной добавкой или быстрым двухкомпонентным клеем. Заделка швов водостойким эпоксидным составом или затиркой на цементной основе.

При выполнении облицовочных работ в бассейне, главное внимание уделяется водостойкости отделочного и клеевого материалов.

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Клеевые составы для применения в бассейнах, это: SUPERBOND, FLEXBOND, GENIUSTRONG, затворенные специальной латексной добавкой FLASTOBOND, удобны в работе, надежны и долговечны.

6. Водостойкая затирка швов – требования к этому виду материалов еще шире, чем к вышеописанным. Кроме водостойкости и эластичности, затирка не должна менять во времени начальный оттенок цвета и иметь возможность периодической очистки. Существуют два современных типа затирки, удовлетворяющих перечисленным требованиям – это эпоксидный состав (например, FUGOPOX) и затирка на цементной основе.

8.2 Определение объёмов работ

Для оздоровительного бассейна площадь обрабатываемой боковой поверхности составит

$$F_{\text{тр.ст.}} = (20,8 \cdot 3,8 + 20,8 \cdot 1,8) \cdot 2 + (165,6 + 19) \cdot 2 + 165,6 \cdot 2 = 233 + 369 + 331 = 933 \text{ м}^2.$$

Площадь дна бассейна составляет 1121 м². Общая площадь составит:

$$F = 933 + 1121 \cdot 2 = 3175 \text{ м}^2$$

8.3 Определение трудоемкости работ

Трудоёмкость работ определяем по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot N_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (8.1)$$

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

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

V – объём работ;

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

Результаты расчёта сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Определение трудоемкости работ

Обоснование, ГЭСН	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени, чел. - ч.	Трудоемкость, чел. – см.
1	2	3	4	5	6
06-01-087-2	Монтаж и демонтаж опалубки днища	10 м ²	224,2	6,5	182,16
06-01-087-1	Монтаж и демонтаж опалубки бортиков	10 м ²	93,3	16,61	193,7
06-01-092-05	Установка арматуры в днище массой одного элемента до 50 кг	1 т	78	8,6	83,75
06-01-092-02	Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг	1 т	38	21,92	102,9
06-01-092-11	Установка закладных деталей при массе элементов до 5 кг	1 т	0,83	90,61	9,4
16-04-002-05	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 50 мм	100 м	0,07	141,52	1,23
16-04-002-06	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 63 мм	100 м	12	141,52	212,28

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

ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР

Лист

72

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6
16-04-002-07	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 75 мм	100 м	0,55	162,4	11,65
22-01-021-06	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 200 мм	1000 м	0,32	331,76	13,27
22-01-021-07	Прокладка трубопроводов водоснабжения из напорных полиэтиленовых труб наружным диаметром 250 мм	1000 м	0,51	340,4	21,7
06-01-091-8	Бетонирование днища с помощью бетононасоса в опалубке толщиной свыше 20 см	10 м ³	35,1	2,53	11,1
06-01-090-10	Бетонирование стенок с помощью бетононасоса толщиной до 30 см	10 м ³	17,2	3,66	7,8

Окончание таблицы 10

13-03-002-09	Антикоррозионная обработка арматуры лако-красочн.изделиями	100 м ²	3,45	3,92	1,7
06-01-068-1	Устройство деформационных швов	100 м	1,42	81,76	14,5

8.4 Расчет графика производства работ

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (8.2)$$

где П – продолжительность работ, см;

T – трудоемкость работ, чел-см;

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

n – количество смен в одном рабочем дне (n=1), для бетонирования дна и стенок примем n=3, так как процесс бетонирования должен быть непрерывным.

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 [22].

$$K_{пер} = \frac{n_{норм}}{n_{проект}}, \quad (8.3)$$

где n_{норм} – нормативная продолжительность, см;

n_{проект} – проектная продолжительность, см.

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

Движение рабочих и установка опалубки разрешается при наборе прочности бетона 1,5 МПа. Зная класс бетона, температуру твердения и требования

проекта, назначаем продолжительность твердения бетона до заданной прочности, равную 2 дням. Примем 3 дня на набор бетоном в днище и стенах заданной прочности (50-70%). Все нормы принимаются согласно [23], [24], [25].

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

Таблица 11 – Определение продолжительности работ

№	Наименование работ	Трудоемкость, чел. – см.	Кол-во рабочих, чел.	П, см	К _{пе} р.
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж опалубки днища	182,16	20	9,0	1,01
2	Установка закладных деталей и прокладка трубопроводов в днище	163,9	16	10,0	1,024
3	Установка арматуры в днище массой одного элемента до 50 кг, антикоррозионная обработка	84,5	8	10	1,056
4	Бетонирование днища	11,1	3	1	1,23
5	Демонтаж опалубки днища	182,16	20	9,0	1,01
6	Монтаж опалубки бортиков	193,7	20	9,0	1,07
7	Установка закладных деталей и прокладка трубопроводов в бортиках	84,6	8	10,0	1,05

Окончание таблицы 10

8	Установка арматуры в бортиках массой одного элемента до 50 кг, антикоррозионная обработка арматуры	102,9	10	10	1,03
9	Бетонирование бортиков с устройством деформационных швов	22,3	3	2,5	1,01
10	Демонтаж опалубки бортиков	193,7	20	9,0	1,07

8.5 Подбор машин и механизмов

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 Автобетононасос СБ 126 (шасси КАМАЗ-53213), вылет стрелы 20 м, максимальная производительность бетононасоса 60 м³/ч.

При подборе автобетоносмесителя учитывался объем перевозимой смеси. Для бетонирования ванны спортивного бассейна применяются автобетоносмесители TIGARBO (КАМАЗ- 6520), объем перевозимой смеси 10 м³.

Для уплотнения бетона и предотвращения появления пустот применяется погружной вибратор. Погружной вибратор представляет собой электропривод и гибкий вал, мощность 1,3 кВт, длина гибкого вала 3 м.

8.6 Контроль качества

При выполнении железобетонных работ необходимо вести систематический контроль качества за бетоном. Несоблюдение установленных правил производства работ может привести к наплывам, выпучиванию, оголению арматуры, образованию раковин. При приемке товарной бетонной смеси,

проверяют, не распалась ли она на составные части, не изменилась ли ее подвижность.

При производстве железобетонных работ на строительстве должен вестись журнал производства работ, в котором записываются: количество уложенного бетона, с указанием места его укладки, дата его укладки, марка бетона, дата снятия опалубки с конструкций. Приемку выполненных работ допускается производить не ранее достижения бетоном проектной прочности. Чаша бассейна проверяется на утечку из нее воды.

Качество всех отделочных работ должно удовлетворять требованиям, указанных в нормативной литературе [26].

Во время приемки штукатурных работ проверяют простукиванием прочность соединения намета с оштукатуренной поверхностью, отсутствие трещин, раковин и других дефектов. Неровности на поверхности штукатурки не должны превышать допускаемых размеров. Допускаются не более двух неровностей глубиной до 2 мм и отклонение по вертикали не более 5 мм на всю высоту ванны бассейна [27].

Облицовка поверхностей должна быть выполнена из плиток заданного типа. На облицованных поверхностях не должно быть признака высолов, следов раствора или мастики, грязных пятен, заметных повреждений глянца.

Между плитками и облицованной поверхностью пустоты не допускаются, что можно установить простукиванием облицовки. Ровность поверхности облицовки поверхностей проверяют контрольной рейкой длиной 2 м.

Приемку гидроизоляционных работ ведут как в процессе их выполнения, так и после полного окончания. При первой приемке предварительно осматривают выполненные работы без гидростатического давления и проверяют по технической документации качество применявшихся материалов, соответствие выполненных работ требованиям технических условий. Принимаемые гидроизоляционные покрытия должны быть сплошными и ровными, без трещин, раковин, вздутий, расслоений и отставание от основания. Все обнаруженные дефектные места вскрывают, очищают и вновь заделывают.

Вторую приемку производят при заполнении чаши бассейна водой. Воду в чашу заливают в два этапа: сначала на высоту 1 м с выдерживанием в течение 1 суток для проверки герметичности днища, затем до проектной отметки. Первое время стенки и днище ванны будут впитывать воду, поэтому замеры уровня воды делают не ранее 5 суток, после заполнения чаши бассейна. Суточная удельная утечка, то есть утечка на 1 м² смоченной поверхности, не должна превышать 3 л/м².

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

8.7 Выводы

Стенки и днище бассейна - монолитные железобетонные. Материал - бетон класса В25, F100, W6. Днище бассейна армируется отдельными стержнями арматуры Ø16, 20, 22 с шагом 200 в верхней и нижней зоне. При бетонировании обеспечивается защитный слой бетона 50мм (до оси арматуры). Внутренняя и внешняя грани стенок бассейна армируются отдельными стержнями из арматуры Ø 16, 20, 22 с шагом 200мм.

Бетонную смесь укладывать горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях с уплотнением вибраторами.

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан проект системы водоснабжения и водоотведения спортивного бассейна спортивно-оздоровительного комплекса имени 200-летия Севастополя.

При проектировании были учтены следующие факторы: назначение бассейна, приемы по повышению надежности, функционирование по водоподготовке бассейна с учетом энерго- и ресурсосбережения для выполнения гигиенических требований к устройству, эксплуатации и качеству воды.

В качестве основного оборудования системы водоподготовки приняты восемь скорых напорных фильтров с зернистой загрузкой, оснащенные блоком управления фильтрацией. В качестве материала загрузки был принят кварцевый песок. Для улучшения хода осветления воды принимаем коагуляцию реагентом СТХ-44 (на основе полиоксихлорид алюминия).

Для системы водоподготовки предусмотрен нагрев воды с помощью четырех теплообменников. 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.

В работе были проанализированы различные способы обеззараживания воды. Литературный обзор показал, что для эффективного обеззараживания необходимо применять комбинированный метод: гипохлоритом натрия совместно с УФ-излучением. Такой метод позволяет сократить расход хлорного реагента, снизить содержание хлорорганических соединений в воде, тем самым делая воду более безопасной для кожи и дыхательных органов человека, не вызывает раздражения слизистой глаз. Для дозирования реагентов в воду подобраны автоматические системы дозирования, которые дозируют реагент с учетом расхода оборотного водоснабжения.

В данной работе разработана технология и организация бетонных работ по возведению чаши бассейна.

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.21188-03 Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. – М.: Стройиздат, 2003.
2. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. Кедров, В.С. Плавательные бассейны: Водоснабжение и водоотведение /В. С. Кедров, Ю. В. Кедров, В. А. Чухин и др.—М.: Стройиздат, 2002. – 184 с.
4. Ясный, Г.В. Спортивные бассейны/Г.В. Ясный. – М.: Стройиздат, 1988. – с.272.
5. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89* Проектирование бассейнов. – М.: Стройиздат, 1991. – 42 с.
6. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – М.: Стройиздат, 2012. . – 120 с.
7. Каталог WfLO – grunbeck Водоподготовка. Оборудование для бассейнов. Каталог 2002 – Издание 1.0. – 90 с.
8. Кристоф Саунус. Планирование бассейнов. – Германия, Дюссельдорф, 1998. – с.204.
9. ГОСТ 53491.1-2009 Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. – М.: Стандартинформ, 2010. – 62 с.
10. ГОСТ 53491.2-2012 Бассейны. Подготовка воды. Часть 2. – М.: Стандартинформ, 2013
11. СП 31-113-2004 Бассейны для плавания. – М.: Стройиздат, 2005
12. Федеральный Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
13. Каменев, Д.А. Плавательные бассейны/Д.А. Каменев. – М.: Всероссийская Федерация плавания, 1999. – с.200.
14. Николадзе, Г.И. Водоснабжение/Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1995. – с.688.
15. Разумовский, Э.С. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов/Э.С. Разумовский. – М.: Стройиздат, 1986. – с.153.
16. Бакшеева, Е.Е. Особенности формирования объемно-планировочной структуры аквазоны в развлекательном водном комплексе/ Е.Е. Бакшеева//

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.008 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Архитектон: известия вузов: Межвуз. сб. научн. тр. – Екатеринбург, 2008. - № 22

17. Каталог фирмы «WONDER».
18. Каталог фирмы «AKON».
19. Каталог фирмы «Aqua-pool».
20. Каталог фирмы оборудования для бассейнов «Fin forest» КНР.
21. Каталог фирмы «ПромЭкоСистемы».
22. Афанасьев, А.А. Технология строительных процессов/А.А. Афанасьев. – М.: Высш. шк., 1997. - 464 с
23. ГЭСН - 2001. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции, монолитные. – М.: Стройиздат, 2001. – 93 с.
24. ГЭСН - 2001. Сборник 13.Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии.– М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.
25. ГЭСН - 2001. Сборник 16.Трубопроводы внутренние.– М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.
26. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87. – М.: Стройиздат, 2017. – 42 с.
27. Шальнов, А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений/ А.П. Шальнов, Г.И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1981. – 312 с.
28. Колотилкин А.В. Методы дезинфекции. Бассейны и сауны [Текст]: справочное пособие / А.В. Колотилкин — М.: Стройиздат, 2003.—58 с.
29. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие [Текст] / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
30. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* [Текст] —М.: Стройиздат, 2016.—56 с
31. Сметанин М.И. Ударим ультрафиолетом по избыточному хлору [Текст] / М.И. Сметанин // Водолей Вест, 2002– 50 с.