

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»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____ 2019г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Д.В. Ульрих_____

_____ 2019г.

Проект водоснабжения и водоотведения спортивного комплекса

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

_____ 2019г.

Технологическая часть

К.И. Чучелов

_____ 2019г.

Руководитель проекта

Д.В. Ульрих

_____ 2019г.

Автор проекта

Студентка группы АС-449

А.С.Александрова

_____ 2019г.

Нормоконтролер

К.И. Чучелов

_____ 2019 г.

Челябинск
2019

АННОТАЦИЯ

Александрова А.С. Выпускная квалификационная работа «Проект водоснабжения и водоотведения спортивного комплекса» - Челябинск: ЮУрГУ, АС-449, 2019. – 93 с. – 6 листов ф. А1 – библи. 29 назв.

В выпускной квалификационной работе разработан проект системы водоснабжения и водоотведения спортивного комплекса, расположенного на территории оздоровительного комплекса «Лесная застава».

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения и водоотведения крытого оздоровительно-терапевтического бассейна, расположенного в здании спортивного комплекса. Представлены основные расчеты, подобрано оборудование для систем водоснабжения и водоотведения бассейна. Также рассмотрена технология строительного производства на выполнение прокладки канализационного трубопровода от спортивного комплекса на локальную очистную станцию оздоровительного комплекса.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>		<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Дана</i>	<i>каф.</i>	<i>Ульрих Д.В.</i>		<i>ВКР</i>		<i>6</i>	<i>93</i>	
<i>Руковод.</i>	<i>Ульрих Д.В.</i>							
<i>Разработ</i>	<i>Александрова А.С.</i>							
<i>Проверил</i>	<i>Ульрих Д.В.</i>							
<i>Н. контр</i>	<i>Чучелов К.И.</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра ГИСС</i>		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	10
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	11
1.1 Общие сведения об объекте.....	11
1.2 Состояние компонентов окружающей среды района.....	13
1.2.1. Состояние территории, геологическая и гидрогеологическая характеристика земель.....	13
1.2.2 Характеристика почвенного слоя.....	14
1.2.3 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий расположения площадки.....	16
1.2.4 Рельеф.....	18
1.2.5 Характеристика водных объектов.....	18
2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	25
2.1. Методы водоподготовки.....	26
2.1.1. Обезжелезивание.....	26
2.1.2. Обеззараживание.....	29
3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ.....	31
3.1. Общие сведения.....	31
3.2. Классификация бассейнов.....	32
3.3. Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам.....	34
3.4. Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к качеству воды.....	35
3.5. Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов.....	37
3.5.1. Системы технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна со скиммером.....	38
3.5.2. Системы технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна с переливными желобами.....	40
3.6. Оборудование бассейнов.....	42
3.6.1. Классификация оборудования бассейнов.....	42

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.6.2. Устройства для технического водоснабжения чаши бассейна.....	43
3.6.3. Устройства для технического водоотведения чаши бассейна.....	44
3.6.4. Оборудование для нагрева воды.....	45
3.6.5. Оборудование для освещения чаши бассейна.....	47
3.6.6. Трубы и арматура.....	47
3.7. Очистка и кондиционирование воды в бассейнах.....	48
3.7.1 Предварительная очистка воды бассейна.....	48
3.7.2 Коагулирование воды бассейна.....	49
3.7.3 Фильтрация воды бассейна.....	50
3.7.4 Обеззараживание воды бассейна.....	51
4. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ЛЕСНАЯ ЗАСТАВА».....	
4.1. Разработка технологической схемы для хозяйственно-питьевого водоснабжения.....	54
4.2. Разработка технологической схемы для водоподготовки бассейна.....	56
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ БАСЕЙНА СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА... ..	
5.1. Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации	60
5.2. Системы циркуляции и очистки воды.....	61
5.3. Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода.....	61
5.4. Расчет подпиточного расхода.....	64
5.5. Водозабор.....	65
5.6. Донный слив.....	66
5.7. Форсунка подачи воды	66
5.8. Обвязка трубопроводами чаши.....	67
5.9. Расчет мощности теплообменника для нагрева воды.....	67
5.10. Расчёт дозы и требуемого количества реагентов.....	69
5.11. Комбинированное обеззараживание.....	69
5.12. Системы автоматической дезинфекции.....	70

5.13. Приборы управления.....	71
5.14. Подбор установок УФ обеззараживания.....	72
5.15. Расчет промывных вод фильтров.....	73
6. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	74
6.1. Исходные данные и характеристика объекта строительства.....	74
6.2. Определение параметров траншеи.....	74
6.3. Определение объемов земляных работ при прокладке трубопровода...	77
6.4. Подбор строительных машин.....	78
6.4.1. Выбор бульдозера.....	78
6.4.2. Выбор экскаватора.....	79
6.4.3. Выбор крана и метода монтажа трубопровода.....	81
6.4.4. Выбор грузовых автомобилей.....	82
6.5. Определение трудоёмкости работ.....	83
6.6. Составление календарного плана производства работ.....	85
6.7. Проектирование графика производства работ.....	85
6.8. Технология возведения сети трубопровода.....	86
6.9. Техничко-экономические показатели по строительству объекта.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	91

ВВЕДЕНИЕ

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 [1].

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

Качество воды в источнике напрямую влияет на характер системы водоснабжения, на наличие или отсутствие в ней определенных сооружений, на методы обработки воды.

Основными требованиями к данным установкам являются безопасность, надежность, экологичность, невысокая стоимость оборудования и текущих затрат, автоматическая (полуавтоматическая) система управления.

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

Целью работы является проект систем водоснабжения и водоотведения бассейна спортивного комплекса, расположенного на территории оздоровительного комплекса "Лесная застава".

В соответствии с целью основные задачи данной работы:

- охарактеризовать объект проектирования, источник водоснабжения, качество воды существующего источника;
- провести литературные обзоры по методам водоподготовки и по проектированию и эксплуатации плавательных бассейнов;

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- на основе литературного обзора разработать технологическую схему и подобрать оборудование водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд водопотребителей;
- на основе литературного обзора разработать технологическую схему и подобрать оборудование водоподготовки бассейна.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Общие сведения об объекте.

Район строительства:

Объект проектирования расположен на территории оздоровительного комплекса «Лесная застава», принадлежащего ОАО «Челябинский цинковый завод». Оздоровительный комплекс располагается в деревне Ключевка Сосновского района Челябинской области, в 18 км от города Челябинска.

Данный объект был основан в 1959 году на берегу реки Зюзелга Челябинским Цинковым заводом как пионерский лагерь для отдыха детей сотрудников завода.

Назначение:

Вид основной деятельности предприятия – предоставление социальных услуг, деятельность гостиниц с ресторанами, деятельность детских лагерей на время летних каникул, деятельность пансионатов и домов отдыха.

Расположение оздоровительного комплекса «Лесная застава» показано на рисунке 1.1.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

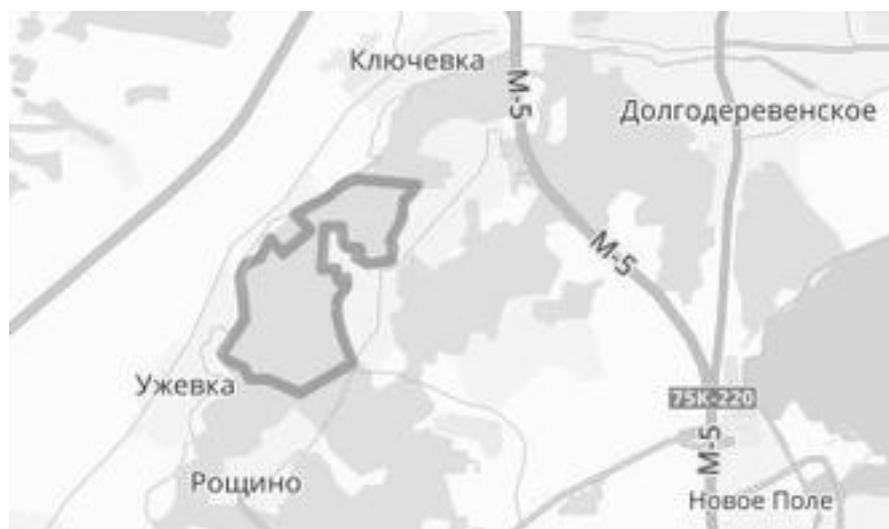


Рисунок 1.1 – Расположение оздоровительного комплекса «Лесная застава»

Проживание:

Комплекс владеет тремя кирпичными двухэтажными корпусами круглогодичного действия вместимостью 200 человек, в каждом номере имеется санузел: туалет, умывальник, душ, горячая и холодная вода, отопление. Также имеются летние корпуса с отоплением и туалетной комнатой.

Инфраструктура:

На территории комплекса расположены: спортивный комплекс (включает в себя сам зал с трибунами на 150 человек, бассейн, душевые, сауну, теннисный зал, Дом творчества для детского лагеря). Открытые спортивные площадки - корт для большого тенниса, поле для мини-футбола с искусственным покрытием, баскетбольная площадка, беговая дорожка, песочная площадка для пляжного волейбола – используются только в теплое время года.

Обслуживание:

Комплекс имеет свою котельную, электростанцию, дизельный агрегат на случай отключения районных электросетей. Своя скважина с артезианской водой, очистные сооружения.

В качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения используется вода из артезианской скважины с глубины 62 метра.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Территория лагеря огорожена забором, находится под круглосуточным видео наблюдением. Охраняется ЧОП и полицией Сосновского района.

Оздоровительный комплекс «Лесная застава» расположен в благоприятных экологических условиях и отвечает требованиям к зонам рекреации:

- находится за пределами санитарно-защитных зон промышленных предприятий и вдали от источников загрязнения;
- имеет подъездные пути;
- обеспечивает безопасность жизни и здоровья граждан, находящихся на оздоровительном комплексе;
- качество воды р. Зюзелга и санитарное состояние территории отвечает требованиям ГОСТ 17.1.5.02 – 80 «Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов» (наличие удобных и безопасных подходов к воде, безопасный рельеф дна, благоприятный гидравлический режим, (отсутствие водоворотов, течений более 0,5 м/с, резких колебания уровня воды), отсутствие возможности неблагоприятных и опасных процессов (оползней обвалов и т.д.).

1.2. Состояние компонентов окружающей среды района.

1.2.1 Состояние территории, геологическая и гидрогеологическая характеристика земель

Сосновский район в геолого-геоморфологическом отношении является участком равнины, а потому достаточно однороден. В геологическом плане представлены артинские отложения. Также распространены аллювиальные наносы и эрозионно - аккумулятивные формы рельефа. Основной проблемой района является наличие вблизи от поверхности легко растворимых в воде горных пород – известняков, доломитов, гипсов и ангидритов – что обусловило широкое развитие здесь проявлений карста. При рекогносцировочном обследовании участка провалы не обнаружены.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Площадь земельного участка оздоровительного комплекса составляет 11,7 га.

С северо-восточной стороны участка размещения комплекса расположен ботанический памятник природы Ужовский бор на расстоянии 60 м. от комплекса. Ужовский бор расположен на территории Сосновского муниципального района между деревней Ужовкой и поселками Светлый и Рошино. Площадь памятника природы Ужовский бор составляет 213,09 га, протяженность границы - 9,24 км. Ужовский бор располагается в лесостепной зоне Челябинской области, на правом берегу реки Зюзелга, в ее нижнем течении и представляет собой островной бор. Основная лесообразующая порода - сосна обыкновенная. Произрастания сосны связано с близким залеганием и выходами на поверхность гранитов. Возраст сосен - от 80 до 120 лет.

1.2.2. Характеристика почвенного слоя

Район расположения объекта проектирования находится в зоне лесостепей, с характерными для нее серыми и дерново-подзолистыми почвами.

В Сосновском районе преобладают почвы дерново, средне и сильноподзолистые, дерново-луговые, торфяно-болотные, серые лесные. В сырую погоду данные почвы заплывают, слабо просыхают. Благоприятны для рекреации только серые лесные почвы.

В зависимости от содержания гумуса, мощности гумусового горизонта и развития признаков оподзоливания серые лесные почвы подразделяются на светло-серые, серые и темно-серые.

В районе преобладают светло-серые почвы. Светло-серые лесные почвы выделяются среди серых наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. Гумусовый горизонт А1 небольшой мощности (15-20 см) светло-серый, со слабо выраженной комковато-ореховатой или комковато-пластинчатой структурой, на пашнях он обычно бесструктурный, распыленный.

Ниже залегает оподзоленный горизонт А1А2. Он имеет четкие признаки оподзоленности – ясный белесоватый оттенок, пластинчатую или

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						14
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

плитчато-ореховатую структуру с обильной кремнеземистой присыпкой. Постепенно размер структурных отдельностей увеличивается, и оподзоленный горизонт сменяется переходным А2В с более слабой кремнеземистой присыпкой и наличием буровато-коричневых примазок по граням ореховато-призматических структурных отдельностей. Горизонт В переходит в материнскую породу, в которой на глубине 2м наблюдается выделение карбонатов в виде журавчиков, известковых трубочек и прожилок.

Содержание гумуса в светло-серых почвах составляет до 3%, насыщенность основаниями чаще всего – 75-80%, гидролитическая кислотность 2-4 мг-экв на 100 г почвы.

Серые лесные почвы имеют мощный гумусовый горизонт, чаще залегающий ниже пахотного горизонта. Оподзоленный горизонт интенсивно прикрашен гумусом с заметно выраженной кремнеземистой присыпкой по граням ореховатых структурных отдельностей.

Среди серых лесных почв широко развиты процессы эрозии.

Для дерново-подзолистых почв характерно наличие как гумусового, так и подзолистого горизонтов. Гумусовый горизонт (А1) буровато-серого цвета имеет разную мощность. Под ним залегают белесый подзолистый горизонт (Аг), сменяемый иллювиально-метаморфическим горизонтом (В) желтовато-бурого или красновато-бурого цвета.

По степени оподзоленности среди дерново-подзолистых пахотных почв выделяются: дерново-слабоподзолистые пахотные почвы, дерново-среднеподзолистые пахотные почвы, дерново-сильноподзолистые пахотные почвы.

В пахотном горизонте дерново-подзолистых суглинистых почв содержится 1,5-2,5% гумуса, с глубиной его количество резко падает и в горизонте А2 составляет 0,2-0,5%. Для дерново-подзолистых почв характерно резкое обеднение илстой фракцией и полуторными окислами подзолистого горизонта.

Среди дерново-подзолистых почв на пониженных элементах рельефа распространены в той или иной степени заболоченные почвы, дерново-подзолистые глееватые и глеевые, подзолисто-болотные и торфяно-

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

болотные. Эти почвы формируются в условиях временного или длительного увлажнения.

1.2.3 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий расположения площадки

Климат района умеренно-континентальный. Характерны суровая, многоснежная зима, короткое умеренно-теплое лето. Климат формируется преимущественно под влиянием атлантических воздушных масс, которые приносят много влаги. Частые циклоны смягчают ход температуры, приносят зимой оттепели, а летом прохладную погоду. Нередко в холодное время года поступают арктические массы воздуха с низкими температурами. В Сосновском районеобладают ветра юго-западного и западного направлений.

Средняя температура холодного периода $-17,2^{\circ}\text{C}$, теплого $13,6^{\circ}\text{C}$. Максимум температуры $37,5^{\circ}\text{C}$; минимум -40°C (средний), -45°C (абсолютный). Средняя глубина промерзания грунтов составляет 1,8 м. Многолетней мерзлоты в районе нет.

Район относится к зоне достаточного увлажнения. За год выпадает 500 мм осадков (125 мм - в холодный, 375 мм - в теплые периоды); максимум -609, минимум - 304 мм. В течение года осадки распределяются неравномерно - максимум (68%) приходится на летний период с мая по октябрь. С ноября по март осадки выпадают в основном в виде снега. Устойчивый снежный покров сохраняется 170 дней, средняя максимальная декадная высота снега равна 60 см, запас воды в снеге составляет 130 мм. С мая по сентябрь осадки выпадают в основном в виде дождя, большей частью в виде ливней. Суточное количество осадков также неравномерно, суточный максимум достигает 72 мм.

Метели являются неблагоприятным атмосферным явлением. В среднем по району наблюдается 38 дней с метелями. основной причиной образования туманов в данном районе является выхолаживание воздуха с подстилающей поверхности. Среднее количество дней с туманами 24.

Среднемесячные и годовые температуры приведены в таблице 1.1.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.1

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
-15,7	-14,2	-7,8	2,1	10,3	16,1	18,1	15,5	9,5	1,5	-6,5	-13,5	1,3

По количеству осадков район размещения расположен в зоне пониженного увлажнения, среднее месячное и годовое количество осадков приведено в таблице 1.2.

Таблица 1.2

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
23	19	20	26	42	65	66	59	53	40	34	26	473

Основными характеристиками ветра является его направление и скорость. Повторяемость направлений ветра и штилей приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3

C	CB	B	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
12	8	10	15	16	17	12	10	14

Таблица 1.3 отражает не только направление общего воздушного потока, но и местные особенности распределения ветра. В районе строительства отмечается большая повторяемость западных и южных ветров.

Климатический район (по СНиП 23-01-99) – IV.

Расчетное значение снеговой нагрузки (III снеговой район по СНиП 2.01.07-85 с изм.) – 180 кг/м².

Нормативное ветровое давление (II ветровой район по СНиП 2.01.07-85 с изм.) – 30 кг/м².

Расчетная температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92) – 34° С (по СНиП 23-01-99*).

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2.4 Рельеф

Рельеф участка имеет ярко выраженный уклон в северо-западном направлении в сторону р.Зюзелга. Представляет собой слаборасчлененную равнину, на которой имеется развитость овражно-балочной системы. Местность можно охарактеризовать как «спокойную». Поправочный коэффициент на рельеф составляет 1.

Проектируемый объект расположен в Сосновском муниципальном районе Челябинской области - районе Зауральского пенеппена, который составляет 42% от общей территории Челябинской области.

1.2.5 Характеристика водных объектов

Формирование поверхностного стока рек области находится в тесной зависимости от климата, рельефа и геологического строения. Почти все реки большую часть воды получают за счет осадков и лишь незначительную – за счет подземных вод. Большую роль в формировании поверхностного стока играет также почвенно-растительный покров, в особенности распаханность водосборной площади.

Река Зюзелга

Гидросфера в черте участка проектирования представлена бассейном реки Зюзелга.

Река Зюзелга зарегулирована каскадом прудов. Наибольший сбросной расход воды составляет 82,7 м³/с. Водосбор частично распахан и значительно залесен. Грунты - глина и суглинки.

Река Зюзелга является левобережным притоком р. Миасс (Исеть-Тобол-Иртыш-Обь), впадает в неё на 326 км от устья. Общая длина реки 65 км. Общая площадь водосбора 990 км².

Русло реки умеренно извилистое, песчано-гравелистое деформирующееся. Ширина русла на участке от 7,0 м до 14 м в межень и от 14 до 21 м в половодье, средние глубины соответственно от 0,40-0,70 до 2,0,- 2,3 м. Преобладающие скорости течения в межень 0,3—0,5 м/с. Речное дно довольно ровное, песчано-гравелистое и песчано-илистое. Берега русла

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сложены суглинистыми и супесчаными грунтами, высота их от 1 до 2 м, покрытые кустарником и луговыми травами. Пойма реки в месте перехода двухсторонняя, в период весеннего половодья затапливается. В период весеннего половодья ширина левой поймы —162 м, средняя глубина 079 м, средняя скорость — 0,14 м/с, ширина правой поймы 262 м, средняя глубина - 0.89 м, средняя скорость — 0,17 м/с.

Расположение р. Зюзелги показано на рисунке 1.2.

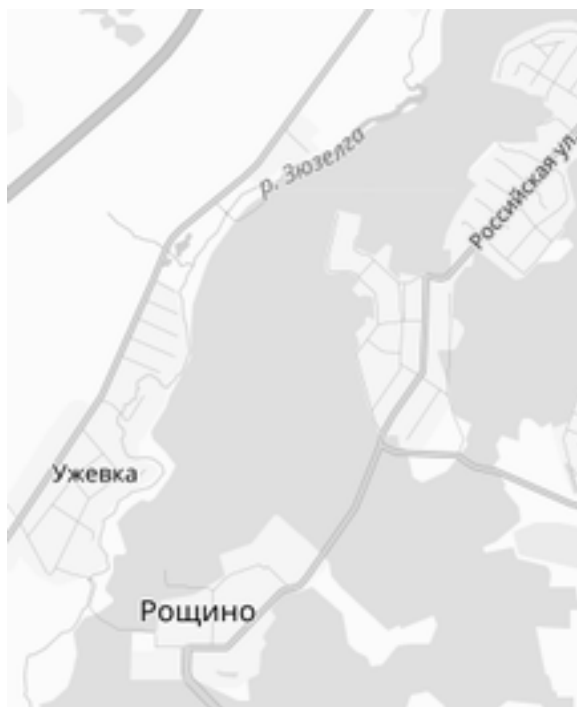


Рисунок 1.2 – Расположение р. Зюзелги

Основной фазой водного режима стока реки и ее притоков является весеннее половодье, сток которого составляет от 60% до 80% годового. Весеннее половодье на р. Зюзелга начинается почти одновременно по всей длине. Подъем уровней в реке оттаяния снежного покрова начинается обычно в начале апреля при ледоставе. Половодье в основном проходит одним пиком, высшие уровни держатся 1-2 суток, после чего начинается спад. Продолжительность и окончание половодья зависят от величины запасов воды в снежном покрове в речном бассейне, интенсивности снеготаяния и морфологических особенностей бассейна. Средняя продолжительность половодья - 25 дней, наибольшая 43 дня (1948 г.), наименьшая - 11 дней (1950г.). Средняя продолжительность подъема половодья 7 дней, спада - 18 дней. За время весеннего половодья река

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зюзелга пронесит большую часть годового стока — от до 70% до 80% в разные по водности годы.

Летняя межень для данного района продолжается с июня до конца октября. В некоторые годы она прерывается дождевыми паводками. Летняя межень низкая, устойчивая. Зимняя межень на р. Зюзелга наступает сразу же после установления ледостава и характеризуется медленным падением уровня в течение зимы. В суровые зимы река перемерзает.

Река Зюзелга вскрывается ото льда во второй половине апреля, замерзает в конце октября - начале ноября. В весеннее половодье течение очень быстрое. Река Зюзелга берёт начало на западном склоне Среднего Урала, далее течёт в основном на запад. Река Зюзелга является многоводной, вода чистая, течение умеренное, в низовьях течение реки более спокойное. Русло реки извилистое, со множеством перекатов и мелей.

Питание река Зюзелга имеет смешанное, с преобладанием снегового. Рельеф района очень разнообразен, он представляет собой приподнятую холмисто-увалистую равнину, расчлененную текущими водами, прорезанную долиной реки и логами.

Скорость при высокой воде достигает 1 м/с. Река сильно петляет по хорошо разработанной долине. Пойма низкая, заболоченная, поросла ивняком и ольхой.

К концу лета мелеет, образуя огромное количество перекатов. На протяжении своего пути река Зюзелга трижды меняет направление и течет вначале на север, потом на юг и снова на север. Общее направление реки северо-западное. Морфометрические характеристики р. Зюзелга в створе водопользования представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 Морфометрические характеристики р. Зюзелга в створе водопользования

Расстояние от устья	8,3 км
Средняя ширина реки в межень (лето/зима)	2,0/1,5 м
Средняя глубина реки в межень (лето/зима)	0,15/0,07 м
Коэффициент извилистости русла	1,01
Коэффициент шероховатости русла по М. Ф. Срибному	0,035

Гидрологические характеристики р. Зюзелга в створе водопользования представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 Гидрологические характеристики р. Зюзелга в створе водопользования

Среднемноголетний сток	0,30 м ³ /с (9,46 млн. м ³)
Минимальный среднемесячный расход в год 95% обеспеченности (с учетом регулирования): летний/зимний	0,05 м ³ /с 0,01 м ³ /с
Скорость течения (лето/зима)	0,15/0,10 м/с

Фоновые концентрации загрязняющих веществ р. Зюзелга отсутствуют.

Фоновые концентрации загрязняющих веществ реки Миасс выше впадения р. Зюзелга приведены по данным ФГУ «Челябинский ЦГМС» за 2007-2009 г.г. представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Фоновые концентрации загрязняющих веществ реки Миасс выше впадения р. Зюзелга

Наименование ингредиентов	Единицы измерения	2009 г.
Взвешенные вещества	мг/дм ³	6,5
Азот аммония/ион аммония	мг/дм ³	0,31/0,40
Азот нитритов/нитриты	мг/дм ³	0,027/0,089
Азот нитратов/нитраты	мг/дм ³	0,72/3,19
Фосфаты (по Р)	мг/дм ³	0,083
БПК _{полн}	мгО ₂ /дм ³	3,34
СПАВ	мг/дм ³	0,04
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,18

Значение удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ) для р. Зюзелга ФГУ «Челябинский ЦГМС» не определяется. УКИЗВ р. Миасс в створе 6,6 км ниже г. Челябинска (д. Н. Поле) в 2009 г. составило 7,13, класс 5, характеризуется как «экстремально грязная».

В соответствии со ст. 65 Водного кодекса Российской Федерации (№ 74-ФЗ от 03.06.2006 г.) ширина водоохранной зона реки Зюзелга составляет 200 м, прибрежной защитной полосы 50 м от береговой линии. Ширина

береговой полосы общего пользования составляет 20 м от береговой линии (ст. 6 ВК РФ).

Так как водность реки очень незначительная, в качестве источника водоснабжения она не принимается.

Подземные воды

Подземные воды играют важную роль в жизни человека. Основная роль подземных вод заключается в том, что они являются источником хозяйственно - питьевого водоснабжения населения и питания рек.

В данном объекте в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения используются вода из артезианской скважины.

Вода из артезианской скважины считается самой полезной и безопасной для употребления.

Подземные воды, залегающие между двумя водонепроницаемыми пластами в пределах сравнительно крупных геологических структур и находящиеся под гидростатическим давлением, называются артезианскими. Они относятся к межпластовым подземным напорным водам, заключенным в более глубоких водоносных горизонтах. При вскрытии водоносного напорного пласта буровой скважиной вода в ней поднимается выше кровли водоносного пласта. Артезианские водоносные горизонты залегают между двумя водоупорными слоями и надежно защищены от поверхностного загрязнения.

Схема залегания артезианских вод изображена на рисунке 1.3.

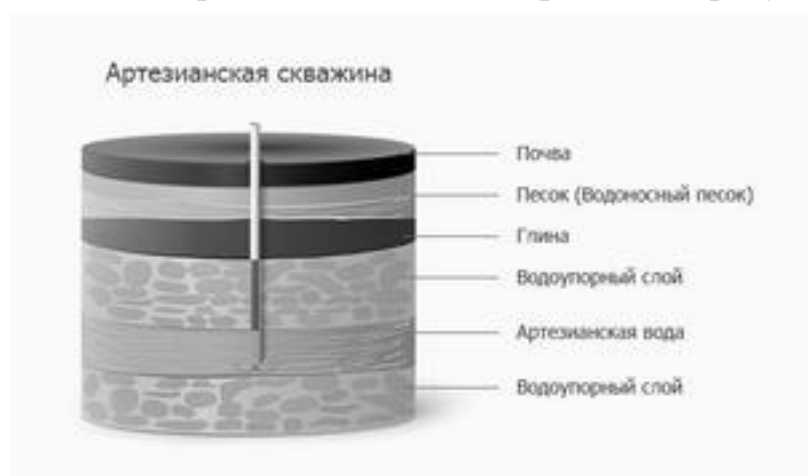


Рисунок 1.3 – Схема залегания артезианских вод

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Качество артезианской воды

Артезианская вода имеет явное преимущество перед грунтовыми водами. На состав грунтовых вод оказывают серьезное влияние осадки и паводки, экологическое загрязнение, вызванное деятельностью человека – загрязнения стоковых вод промышленными предприятиями, использование сельскохозяйственных удобрений и т.п., то есть состав грунтовых вод подвержен изменениям в течение короткого времени. Артезианские воды же практически не изменяются по составу растворенных примесей весь срок службы скважины. Поэтому эта вода является надёжным и стабильным источником, используемой на нужды человека.

Состав артезианской воды зависит только от состава геологических пластов земной коры, между которыми находится данный водоносный слой и безусловно от времени залегания воды в этих слоях, которое составляет миллионы лет.

Существует ошибочное мнение, что вода, поступающая из артезианской скважины, идеально чистая и уже готова к употреблению. Артезианская вода, получаемая из-под земли, разнообразна по своему составу. Такая вода перенасыщена солями магния, кальция, железа, фтора, марганца и может давать осадок.

Согласно нормам СанПиН 2.1.4.1074-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Контроль качества.» вода, поставляемая из источника, должна соответствовать установленным требованиям. В случае если химический анализ воды имеет отклонения по показателям, вода должна пройти специальную водоподготовку для выдачи её конечному потребителю.

Для выявления загрязненности воды из источника, необходимо провести ряд анализов:

1. Органолептический анализ воды (обнаружение в жидкости различных примесей, мелких включений и пр.);
2. Химический анализ (выведение показатели химических соединений, входящие в состав воды);
3. Бак исследование позволяет выявить качество воды по наличию бактерий;

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Радиологический анализ (определяет качество и соответствие подземных вод нормам радиационной безопасности НРБ-99).

Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения.

По своему составу и свойствам вода нецентрализованного водоснабжения должна соответствовать нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01, приведенным на рисунке 1.4.

Показатель	Единицы измерения	Норматив
Органолептические		
Запах	Баллы	Не более 2–3
Привкус	Баллы	Не более 2–3
Цветность	Градусы	Не более 30
Мутность	ЕМФ (единица мутности по формазину)	В пределах 2,6–3,5
	или мг/л (по коалину)	В пределах 1,5–2,0
Водородный показатель	Химические единицы рН	В пределах 6–9
Жесткость общая	мг-экв/л	В пределах 7–10
Нитраты (NO ₃ ⁻)	мг/л	Не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	В пределах 1000–1500
Окисляемость перманганатная	мг/л	В пределах 5–7
Сульфаты (SO ₄ ⁻)	мг/л	Не более 500
Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	Не более 350
Химические вещества неорганической и органической природы	мг/л	ПДК
Микробиологические		
Общие колиформные бактерии	Количество бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Количество образующих колонии микробов в 1 мл	100
Термотолерантные колиформные бактерии	Количество бактерий в 100 мл	Отсутствие
Колифаги	Количество бляшкообразующих единиц в 100 мл	Отсутствие

Рисунок 1.4 – Требования к качеству питьевой воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения

Химический состав воды из имеющегося источника:

Подземные воды преимущественно пресные, с минерализацией 0,4 г/дм³. Более минерализованные воды приурочены к водоразделам. Подземные воды имеют щелочную реакцию (рН = 8,1). Вода в скважине по большинству показателей соответствует требуемому качеству, но имеет повышенные показатели по содержанию железа (5,4 мг/л). Для использования воды в хозяйственно-питьевом водоснабжении и для технологических нужд, нужно снизить содержание железа до 0,3 мг/л.

Согласно данному составу, необходимо использовать следующие методы водоподготовки:

- Обезжелезивание;
- Обеззараживание.

2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ВОДОПОДГОТОВКИ

Водоподготовка — обработка воды, поступающей из природного водоисточника, для приведения её качества в соответствие с требованиями технологических потребителей.

Обработка воды с целью ее пригодности для питья, хозяйственных и производственных целей представляет собой комплекс физических, химических и биологических методов изменения ее первоначального состава.

Цели водоподготовки:

Водоподготовка заключается в освобождении воды от грубодисперсных и коллоидных примесей и содержащихся в ней солей, тем самым предотвращаются отложение накипи, унос солей паром, коррозию металлов, а также загрязнение обрабатываемых материалов при использовании воды в технологических процессах. В зависимости от того, какие виды загрязнителей присутствуют в воде, применяются и различные методы водоподготовки и водоочистки.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.1 Методы водоподготовки

Необходимость в выборе метода обработки исходной воды возникает в случае ее несоответствия требованиям потребителя.

В основе выбора метода обработки воды лежит сопоставление качества воды источника водоснабжения (данных химических и технологических анализов) с данными ГОСТ 2874—82 или требованиями технологии потребителя. Результаты сопоставления определяют выбор методов улучшения качества воды. Способы и степень очистки воды, состав и конструкции очистных сооружений в каждом конкретном случае зависят от тех требований, которые предъявляются к качеству воды, и от качества природной воды. Основными процессами улучшения качества воды из подземного источника для хозяйственно-питьевых целей являются:

1. **Обезжелезивание воды** — снижение содержания солей железа до требований ГОСТа наиболее часто производят для централизованного водоснабжения подземных источников. В зависимости от форм соединений железа, присутствующих в воде, применяют *безреагентные* или *реагентные* методы удаления железа.

2. **Обеззараживание** воды производят для уничтожения содержащихся в ней патогенных бактерий и вирусов. Частично это достигается при коагулировании примесей воды, но наиболее хорошие результаты получаются при введении в воду после фильтрования окислителей: хлора и его производных, озона, перманганата калия.

Выбор методов обработки воды производят на основе предварительного изучения состава и свойства воды источника, выбранного к использованию, и их сопоставления с требованиями потребителя.

2.1.1 Обезжелезивание

Подземные воды многих регионов часто характеризуются повышенным содержанием железа. Повышенное содержание железа в воде придает ей буроватую окраску, неприятный металлический привкус, вызывает зарастание водопроводных сетей и водоразборной арматуры.

Повышенное содержание железа в питьевой воде вредно для здоровья человека. При продолжительном введении в организм железа избыток его

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

накапливается в печени в коллоидной форме оксида железа, получившей название гемосидерина, который вредно действует на клетки печени, вызывая их разрушение. Поэтому воду с повышенным содержанием железа необходимо обезжелезивать.

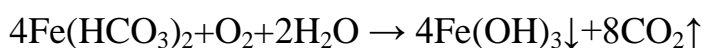
Железо в природных водах может содержаться в виде двухвалентного железа, неорганических и органических коллоидов, а также в форме комплексных соединений двух- и трех валентного железа или тонкодисперсной взвеси гидрата окиси железа.

Обезжелезивание воды производится при содержании в ней железа более 0,3 мг/л. Методы обезжелезивания воды, расчетные параметры и дозы реагентов выбирают на основе результатов технологических изысканий, проведенных непосредственно у источника водоснабжения.

Все многообразие методов, применяемых в технологии обезжелезивания воды, можно свести к двум основным типам: *реагентные и безреагентные*. Реагентные методы обезжелезивания воды следует применять при низких значениях рН, высокой окисляемости, нестабильности воды.

Для удаления железа из подземных вод наибольшее распространение получили безреагентные методы.

Химизм процесса:



Из применяемых в настоящее время безреагентных методов обезжелезивания воды перспективными являются:

- вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование;
- упрощенная аэрация и фильтрование;
- «сухая фильтрация»;
- фильтрование на каркасных фильтрах;
- фильтрование в подземных условиях с предварительной подачей

в пласт окисленной воды или воздуха;

- аэрация и двухступенчатое фильтрование;
- ультрафильтрация.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется:

- рН — не менее 6,7;
- Щелочностью — не менее 1 мг-экв/л;
- перманганатная окисляемость — не более 7 мг O₂/л.

Метод упрощенной аэрации с одноступенным фильтрованием применяется при концентрации Fe²⁺ в исходной воде от 5 до 10 мг/л.

Метод основан на способности воды, содержащей железо (II) и растворенный кислород, при фильтровании через зернистый слой выделять железо на поверхности зерен, образуя каталитическую пленку из ионов и оксидов железа (II) и (III). Эта пленка интенсифицирует процесс оксидации и выделения железа из воды. Обезжелезивание воды в загрузке, покрытой пленкой, является гетерогенным автокаталитическим процессом, в результате чего обеспечивается непрерывное обновление пленки как катализатора непосредственно при работе фильтра. Метод не требует оксидации всего железа (II) в трехвалентное и перевод его в гидроксид, в связи с чем отпадает необходимость в устройстве дорогостоящих аэрационных сооружений. Упрощенная аэрация осуществляется с помощью несложных приспособлений путем излива воды с небольшой высоты в карман или центральный канал фильтра, либо путем вдувания воздуха в обрабатываемую воду. Отсутствие специальных аэрационных устройств и контактных емкостей упрощает эксплуатацию и снижает стоимость очистки.

В качестве установки для обеззараживания можно использовать ультрафильтрационные мембранные модули, так как высокая степень задержания коллоидных примесей позволяет упростить процесс аэрации и сократить его продолжительность, и, следовательно, уменьшить объем аэрационных сооружений. Отпадает необходимость и в мощных насосах для взрыхляющей промывки, т. к. мембранные модули промываются последовательно по отдельным небольшим блокам.

Технологическая схема установки представлена на рисунке 2.1.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

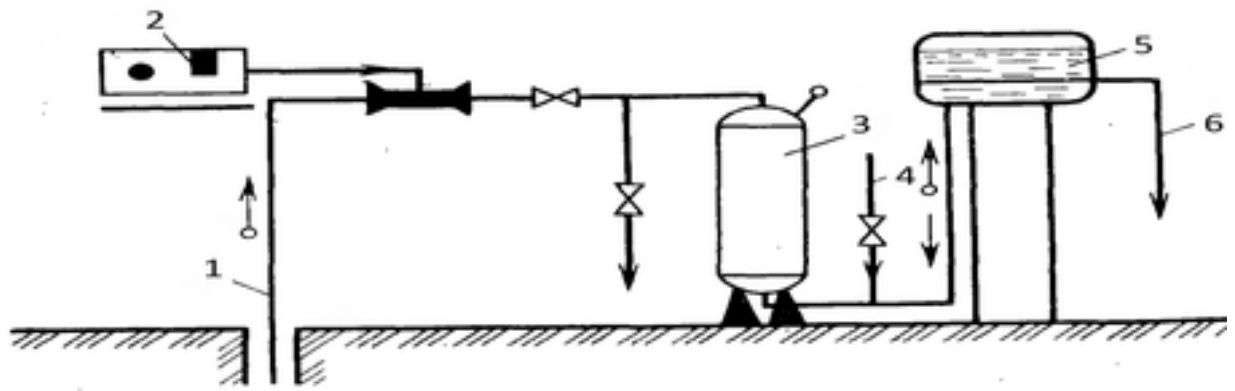


Рисунок 2.1 - Технологическая схема установки обезжелезивания воды: упрощенная аэрация с одноступенчатым фильтрованием: 1-подача исходной воды; 2-воздуходувка; 3-скорый фильтр; 4-установка для обеззараживания; 5-водонапорный бак; 6-отвод обезжелезенной воды.

2.1.2 Обеззараживание

Заключительным этапом улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых нужд является ее обеззараживание. Процессы **обеззараживания** воды направлены на устранение из нее патогенной микрофлоры и болезнетворных вирусов.

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

С использованием реагентных методов эффект может быть достигнут непосредственно с помощью сильных окислителей (хлора, диоксида хлора, озона, йода, пероксида водорода, марганцовокислого калия, гипохлорита натрия), а также ярко выраженный эффект обеззараживания воды оказывает безреагентный метод - ультрафиолетовое излучение.

Ультрафиолетовое излучение рекомендуется применять при **обеззараживании подземных вод**. В этой области ультрафиолетовое излучение обладает выраженным биоцидным действием на различные микроорганизмы, в том числе бактерии, вирусы и грибы.

Метод обеззараживания **ультрафиолетовыми лучами** основан на способности ультрафиолетового излучения с определенной длиной волны губительно действовать на ферментные системы бактерий. Ультрафиолетовые лучи уничтожают не только вегетативные, но и споровые формы бактерий, и не изменяют органолептических свойств воды. Поскольку

при ультрафиолетовом облучении не образуются токсичные продукты, то не существует верхнего порога дозы. Увеличением дозы ультрафиолетового излучения почти всегда можно добиться желаемого уровня обеззараживания.

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

Ультрафиолетовое излучение используется для обеззараживания подземных вод с содержанием железа 0,3 мг/л, мутностью 2 мг/л.

Установки обеззараживания воды ультрафиолетом имеют простую конструкцию и представляют собой металлические трубки, в которых размещаются ультрафиолетовые лампы (рис. 2.2). Основными элементами фильтров являются кварцевые чехлы, в которых располагаются лампы, также они являются необходимой мерой для предотвращения попадания воды в корпус самой лампы. Лампа – источник ультрафиолетового излучения. Ультрафиолетовое излучение образуется в процессе испарения в корпусе лампы того или иного металла. Наиболее распространенным материалом для ламп является ртуть, которая и используется для УФ обеззараживания воды. Для уничтожения бактерий необходимо контролировать длину волн, излучаемых лампами.

Принцип работы бактерицидного фильтра заключается в том, что вода проходит через корпус фильтра УФ обеззараживания воды, омывает кварцевый чехол и получает необходимую дозу ультрафиолетового облучения.

Схема УФ лампы представлена на рисунке 2.2.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

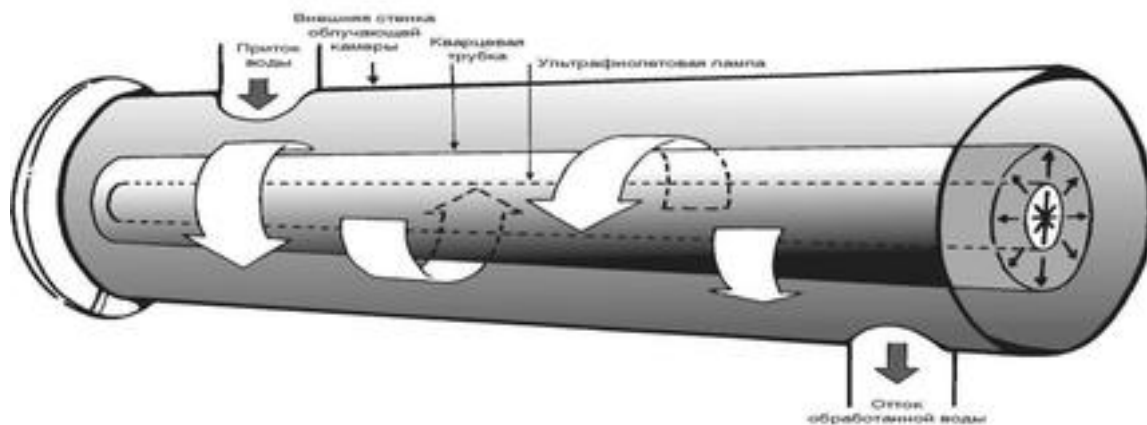


Рисунок 2.2 - Схема УФ лампы

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

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

3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

3.1 Общие сведения

Бассейн – 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. Ванны могут обеспечивать выполнение различных функций: обучение плаванию, проведения соревнований, прыжки в воду, купание (оздоровление), лечение больных. Для обеспечения требований санитарных норм [3] предусматриваются специальные установки для очистки, обеззараживания и

подогрева воды, а также устройства помещений для обслуживания посетителей (спортсменов, зрителей, купающихся).

Бассейн снабжается также водой для хозяйственно-питьевых нужд, однако ее использование для технологических целей недопустимо в связи с более низким, чем предусмотрено [3], качеством.

3.2 Классификация бассейнов

По назначению:

– Спортивные – предназначены для учебно–тренировочной работы, проведения соревнований, обучению детей плаванию организованного оздоровительного плавания;

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

– Лечебные – строят при санаториях и домах отдыха в бальнеологических комплексах с использованием лечебной воды (минеральной, морской). Лечебные бассейны (как и оздоровительные) имеют ванны произвольной формы и небольшой глубины;

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

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

По строительным и конструктивным характеристикам бассейны разделяют: По форме в плане:

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- прямоугольные, круглые, произвольной формы и размеров;

По конструкции:

- на опорах, с опиранием на грунт полностью или частично;

- крытые (зимние) и открытые (летние).

У крытых бассейнов ванна, как основное сооружение, находится в помещении и обычно эксплуатируется круглый год за исключением перерыва на профилактику, в них создают искусственный климат с устройством отопления и вентиляции.

Открытые бассейны чаще бывают сезонного действия, но могут быть и круглогодичного с устройством специального канала для выплыва из теплого помещения.

Конструктивное исполнение бассейнов:

- литой железобетон, облицованный керамической плиткой или стеклянной мозаикой;

- бетонный бассейн с пленочным покрытием;

- стальная конструкция и пленка;

- пластмассовый бассейн.

По санитарно-техническому устройству и оборудованию бассейны различают в зависимости от водного, технологического режима и характеристики системы водоснабжения.

Водный режим предусматривает три варианта:

- проточную систему (проточный водообмен);

- оборотную систему (рециркуляционный водообмен);

- наливную систему (водообмен с периодической сменой воды).

Теплотехнический режим предусматривает подачу воды в ванны как с подогревом (при помощи специальных устройств), так и без подогрева.

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

По способу циркуляции воды бассейны классифицируются на следующие категории:

- со скиммером – уровень воды находится ниже уровня борта и специальный насос забирает воду из бассейна через специальные окна в стенках бассейна, называемых скиммерами, затем вода поступает в систему:

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

насос – система фильтрации – водонагреватель – станция химической обработки воды, далее через сопла возвращается в бассейн.

- переливные - 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.

3.3 Санитарно-гигиенические и технологические требования, предъявляемые к бассейнам

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

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

1. Обеспечение надлежащего качества воды, находящейся в ванне бассейна;

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Обеспечение выполнения санитарных требований, предъявляемых к сооружениям и оборудованию, - санитарные правила содержания мест пребывания посетителей;

3. Обеспечение предварительной санитарной подготовки посетителей (купающихся, спортсменов) перед их входом в ванну бассейна.

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

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

Качество воды оценивается по трем параметрам:

1. Физические – прозрачность, мутность, цветность, запах, температура;

2. Химические – окисляемость, рН, содержание хлоридов, аммиака, алюминия, фтора, железа, хлора, озона;

3. Бактериологические – общий счет бактерий, коли-титр, болезнетворные бактерии.

Требования, предъявляемые к качеству воды, сводятся к следующему:

– Вода, применяемая для хозяйственно-питьевых нужд и подаваемая в ванну бассейна, должна соответствовать требованиям СанПиН [2] вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена в бассейне;

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						35
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

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

– В воде бассейнов не допускается содержание химических веществ выше ПДК (предельно-допустимых концентраций), утвержденных СанПиН для воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Качество воды в ванне бассейна должно отвечать санитарно-гигиеническим требованиям санитарных правил и норм [3], а также технологическим показателям, представленным в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технологические нормативы качества воды в ванне бассейна

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

Температура воды в ванне бассейна необходимо поддерживать по рекомендациям [3] для взрослых 24-26 °С, а для детей – 30 °С. Специалисты рекомендуют следующую температуру воды: для спортивных крытых бассейнов – 26-29 °С, для купально-оздоровительных 28-30 °С.

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

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

3.5 Системы технологического водоснабжения и водоотведения бассейнов

В зависимости от типа системы и режима её работы плавательные бассейны разделяют по системам водообмена:

- наливные;
- проточные;
- оборотные (рециркуляционные).

При наливной системе водообмена бассейна, первым делом вода проходит очистку, далее поступает к оборудованию для дезинфекции и после этого подогревается и подается в чашу бассейна небольшой вместимости (до 20 – 50 м³). Наполнение водой при наливной системе водообмена осуществляется через специальные отверстия либо трубы в чаше.

Проточная система водообмена может быть рекомендована для ванн купальных и учебных бассейнов объёмом до 200 м³ и работает по следующему принципу: вода подается в бассейн без перерыва и смешивается с водой, которая уже находится в бассейне. Полная замена воды в бассейне происходит 2 раза в сутки. Схема движения воды при такой системе водообмена представлена на рисунке 3.1.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						37
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

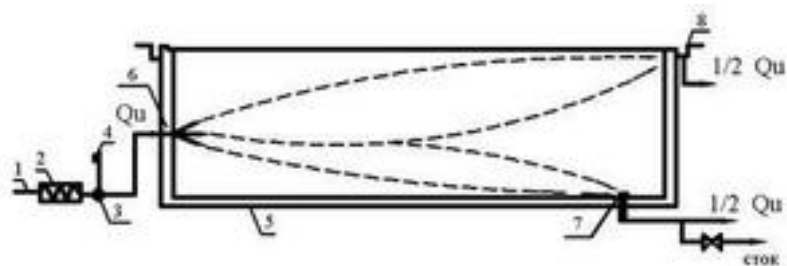


Рисунок 3.1 – Схема проточной системы водообмена

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

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

Оборотная система водообмена в бассейне применяется наиболее часто, чем предыдущие и осуществляется путем непрерывного слива и подачи воды с промежуточной дезинфекцией и очисткой. Обеззараживание может производиться различными реагентными и безреагентными методами. 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.

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.

3.5.1 Система технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна со скиммером

Система технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна **со скиммером** с объёмом не более 100 – 120 м³ включает следующие элементы: - скиммер – устройство для забора воды с поверхности и донный выпуск, соединенные с насосом;

- скорый напорный фильтр с шестиходовым краном, нагревателем и форсунками для впуска воды в бассейн.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Скиммер - это приспособление фильтрации и очистки воды, представляющее собой полую емкость. У скиммера в боковой верхней части имеется прорезь, через которую в него затекает вода, а в нижней части - водоотвод, сквозь который вытекает вода. В основном скиммер для бассейна лишь передаёт поток воды в фильтрующую систему. Каждый скиммер снабжен фильтром грубой очистки (сетчатое ведро), в котором задерживаются наиболее крупные загрязнения, мусор.

Особенностью в бассейнах со скиммерами является то, что уровень воды в ванне обычно на 20 – 25 см ниже верхней кромки и его повышение при наличии купающихся происходит в пределах общего объёма бассейна.

Забор воды из бассейна осуществляется с двух уровней: с поверхности скиммером и из придонной части через выпуск, что позволяет обеспечить более качественную очистку воды.

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

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

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

Схема циркуляции воды в скиммерном бассейне представлена на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 - Схема циркуляции воды в скиммерном бассейне

Число скиммеров выбирают исходя из объёма воды в бассейне: 1 скиммер на 30 – 40 м³ [2]. Скиммер также выполняет функцию гашения волн, образующихся при купании.

Насос обычно крепится к раме, с фильтроблоком, который имеет шестиходовой переключатель режимов работ, способный работать как в ручном, так и в автоматическом режимах. В этом случае он комплектуется электроприводом и блоком автоматического управления, позволяющим запрограммировать режим работы фильтра в течение недельного периода.

Технологическая схема скиммерного бассейна показана на рисунке 3.3.

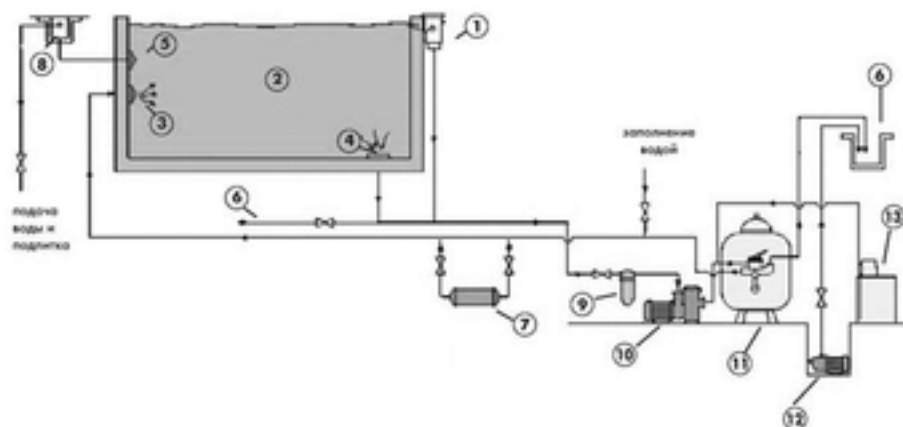


Рисунок 3.3 - Технологическая схема скиммерного бассейна: 1 – скиммер; 2 – чаша бассейна; 3 – форсунка; 4 – донный слив; 5 – боковая форсунка; 6 – дренажный колодец; 7 – теплообменник; 8 – автоматический подлив воды; 9 – префильтр; 10 – циркуляционный насос; 11 – фильтрующая станция; 12 – дренажный насос; 13 – дозирующая станция.

3.5.2 Система технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна с переливными желобами

Схема с переливным желобом подходит под любые геометрические формы бассейнов, преимуществом является то, что в данной системе не существует ограничений на размер и форму бассейна. Вода находится на уровне верхней кромки бассейна. Чистая вода равномерно поступает ко всем точкам бассейна, что гарантирует отсутствие застойных зон.

В системе технологического водоснабжения и водоотведения для бассейна с переливными желобами циркулирующая вода попадает на фильтровальную установку из переливных желобов, расположенных по периметру бассейна, далее поступает в переливной бак с разрывом струи.

Схема циркуляции воды в переливном бассейне представлена на рисунке 3.4

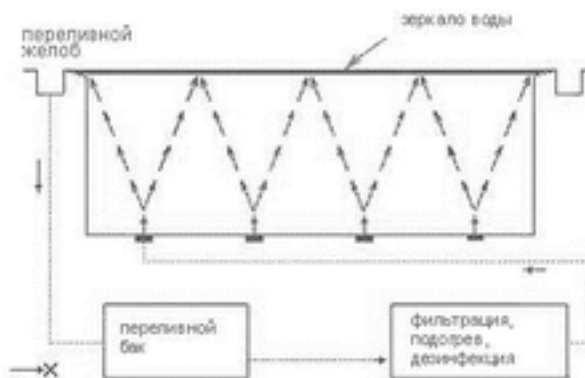


Рисунок 3.4 - Схема циркуляции воды в переливном бассейне

Для контроля за режимом наполнения и подпитки ванны на водопроводной линии перед промывным баком устанавливают скоростной водосчётчик. Подача исходной воды для наполнения и подпитки ванны производится с помощью циркуляционных насосов, подключённых к баку переключкой с обратным клапаном.

Технологическая схема переливного бассейна представлена на рисунке 3.5.

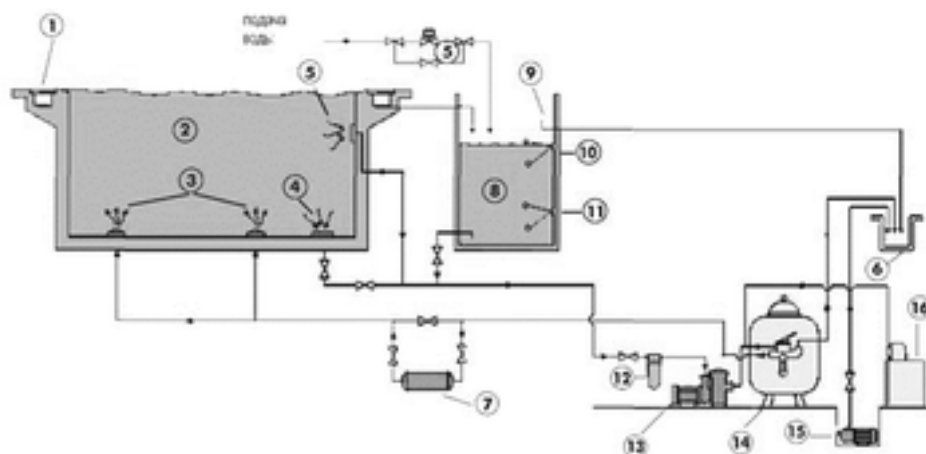


Рисунок 3.5 - Технологическая схема переливного бассейна: 1 – лоток сбора воды; 2 – чаша бассейна; 3 – донные форсунки; 4 – донный слив; 5 – вакуумный фитинг; 6 – дренажный колодец; 7 – теплообменник; 8 – переливная ёмкость; 9 – перелив; 10 – контроль верхнего уровня; 11 –

контроль нижнего уровня; 12 – префильтр; 13 – циркуляционный насос; 14 – фильтрующая станция; 15 – дренажный насос; 16 – дозирующая станция.

Бак оборудуется системой автоматического контроля, включающей датчики уровня воды и блок управления. Автоматика следит за максимальным и рабочим уровнями воды в баке, а также отключает насос при достижении минимального уровня (защита от сухого хода). Расход добавочной воды определяется потерями на собственные нужды фильтровальной установки, испарением с поверхности воды и технологическими потерями (выплёскиванием, унос купающимися).

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

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

3.6 Оборудование бассейнов

3.6.1 Классификация оборудования бассейнов

К оборудованию бассейна относятся:

- лестницы входа в воду;
- канал для выплыва;
- иллюминаторы для подсвета воды;
- уступы для отдыха;
- водная обходная дорожка;
- переливные желоба;
- трапы, устройства для подачи воды и для водоотведения.

Технологическое оборудование включает в себя:

- установки водоподготовки;
- установки нагрева воды;
- системы подачи, транспортированию и распределению воды.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						42
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3.6.2 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 соплами. Распределительную сеть монтируют по наружному контуру или вдале внутренних стен ванны. Гидравлический расчет 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 сопел целесообразно принимать не более 2 м.

Важным элементом, обеспечивающим проток воды через бассейн, являются подающие сопла (форсунки или тряски).

Равномерность прохождения потока воды предполагает равные скорости подачи вода 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.

Форсунки предназначены для подачи в бассейн воды, прошедшей фильтрацию. Форсунки в бассейнах бывают "донные и "стенные». Донные форсунки применяются в основном в бассейнах переливного типа и служат для подачи воды в бассейн после фильтрации с целью дальнейшего ее перелива.

Форсунки стенные применяются в основном в бассейнах скиммерного типа служат также для подачи воды в чашу после фильтрации.

Рекомендуемый поток через форсунки составляет 5-9 м³/ч.

Форсунки располагаются вдоль длинного борта.

Виды форсунок представлены на рисунке 3.6.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 3.6 – а) Форсунка металлическая; б) Форсунка из пластика.

3.6.3 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 отсеечения нижних слоев воды и собирания с поверхности загрязнения.

Каждый скиммер снабжен фильтром грубой очистки (сетчатое ведро), в которых задерживаются наиболее крупные загрязнения, мусор.

На рисунке 3.7 представлены скиммеры из различных материалов

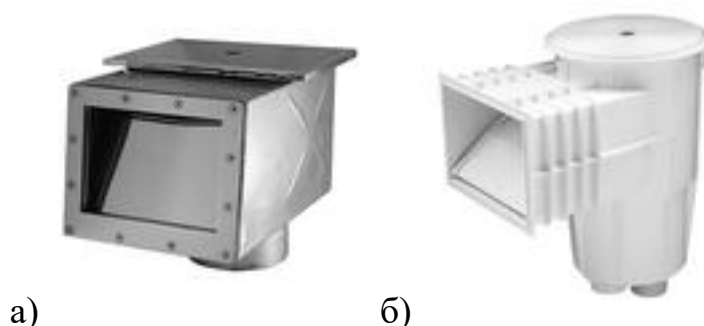


Рисунок 3.7 – а) Скиммер из нержавеющей стали; б) Скиммер из пластика.

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

Расчет желобов ведется исходя из объема воды, которые они должны принять при выплеске, исключив попадание воды на обходные дорожки. Скорость забора воды по нормам должна быть не более 0,5 м/с.

Сечение труб легко определить по таблицам их пропускных способностей, выпускаемых производителями.

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. Расчётную скорость движения воды в выпускных отверстиях рекомендуется принимать равной 0,4 – 0,5 м/с.



Рисунок 3.8 – а) Слив донный круглый из пластика; б) Слив донный квадратный из нержавеющей стали

3.6.4 Оборудование для нагрева воды

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.

Принцип работы теплообменника: подключается к источнику тепла, например, котлу отопления или встраивают в систему центрального

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отопления. Теплоноситель, нагреваясь в котле, направляется в теплообменник, где отдает тепло воде из бассейна, которая через него прокачивается.

Принцип работы системы подогрева воды в бассейне: подключается циркуляционный насос для прокачки воды через теплообменник. Когда температура воды в бассейне опускается ниже требуемой, термостат подает сигнал, и насос включается. Вода прокачивается вдоль змеевика в теплообменнике и нагревается. Сливаясь обратно в бассейн с другой стороны. Когда заданная температура достигнута, насос отключается. Вода из бассейна перестает проходить через теплообменник.

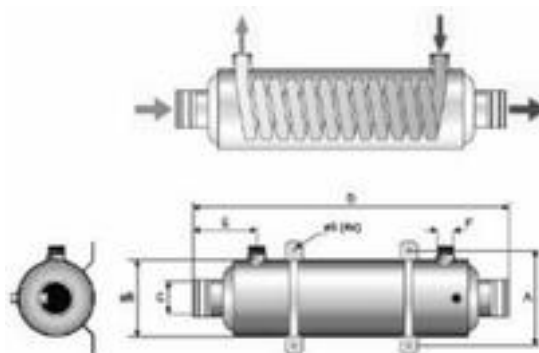


Рисунок 3.9 – Схема устройства водонагревателя для бассейнов

Когда нет возможности пользования центральным теплоносителем, можно использовать проточные водонагреватели. Электронагреватель предназначен для подогрева протекающей через него воды. Для работы электронагревателя необходимы: датчик температуры в диапазоне от 0°C до +40°C с датчиком температуры, реле максимальной температуры (срабатывает при перегреве нагревателя свыше +60°C), реле протока. Электрический нагреватель представлен на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Электрический нагреватель

3.6.5 Оборудование для освещения чаши бассейна

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

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

В подводных светильниках источником света служат галогеновые лампы и светодиоды.

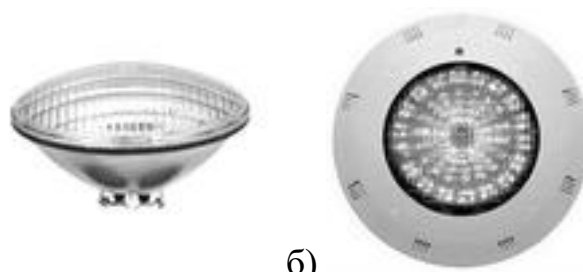


Рисунок 3.11 – а) Галогеновая лампа; б) Светодиодный светильник.

3.6.6 Трубы и арматура

При проектировании и строительстве решетного хозяйства важно правильно подобрать материал труб и арматуры. Для транспортирования растворов реагентов следует применять резиноканевые рукава, винилпластовые и полиэтиленовые трубы.

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

Технологические трубопровода водопровода монтируют из стальных труб на сварке. Все закладные части в толще стен и дна ванн следует изготавливать из нержавеющей стали. В помещениях с повышенной влажностью целесообразно выполнять скрытую прокладку трубопроводов. В

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

последнее время технологические трубопроводы монтируются из раструбных пластмассовых труб, в которых стыки уплотняются резиновыми кольцами, натягиваемыми на гладкий конец трубы. При использовании пластмассовых труб с гладкой внутренней поверхностью в несколько раз увеличиваются пропускная способность и срок службы технологических трубопроводов.

3.7 Очистка и кондиционирование воды в бассейнах

3.7.1 Предварительная очистка воды бассейна

В процессе купания в плавательный бассейн попадают загрязнения двух категорий: а) минеральные и органические соединения; б) микроорганизмы. К первой категории загрязнений относятся атмосферная пыль, частицы кожного покрова, волосы, коллоиды (выделение желез внутренней секреции, косметические продукты), а также растворенные соединения. Микроорганизмы водной среды бассейна представлены в основном бактериями (например, стафилококками), вирусами и грибами.

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

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

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

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						48
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

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.

3.7.2 Коагулирование воды бассейна

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

В качестве коагулянта используют сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

При введении в воду происходит гидролиз соли с выпадением в осадок гидроксида оксида алюминия и образование ионов водорода, которые препятствуют дальнейшему протеканию процесса гидролиза. Нейтрализация ионов водорода происходит вследствие наличия в воде гидрокарбонатных ионов, обуславливающих естественную щёлочность воды. Если щёлочность воды бассейна недостаточна, то приходится прибегать к её подщелачиванию.

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

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

Для автоматизации дозирования химических реагентов в бассейн используют специальное дозирующее оборудование. Существуют готовые комплексные решения по измерению и дозированию химических реагентов в

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бассейн - автоматические станции дозирования и контроля реагентов для плавательных бассейнов.

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

Расчет дозы коагулянта представлен в пункте 5.10.

3.7.3 Фильтрация воды бассейна

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

Наиболее распространенные в практике очистки воды плавательных бассейнов во всех странах мира песчаные фильтры.

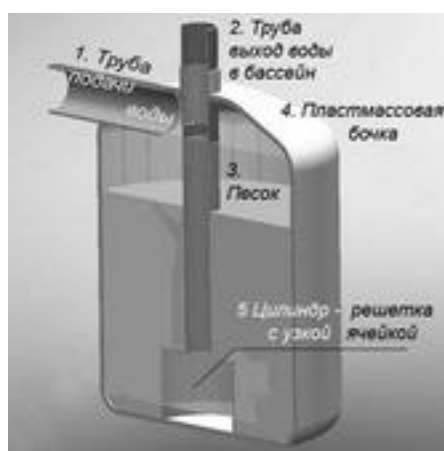


Рисунок 3.12 Схема песчаного фильтра

Такой тип фильтров настоятельно рекомендуется использовать для любых бассейнов общественного пользования. Можно использовать и более дешевые фильтры такие, как картриджные (тканевые) или диатомитовые, но только песчаные фильтры способны уверенно обеспечивать требования санитарно-эпидемиологического характера. В качестве загрузки для фильтров используются активированный уголь, антрацит.

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.

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

3.7.4 Обеззараживание воды бассейна

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

К основным методам обеззараживания воды в бассейне относятся хлорирование, бромирование, озонирование, а также ультрафиолетовое облучение с интенсивностью не менее 16 мДж/см² (независимо от типа установки) [3]. Для повышения надёжности обеззараживания рекомендуется применять одновременно несколько методов. Наилучший результат

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

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

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

К достоинствам этого метода относятся отсутствие характерного запаха хлора и раздражения кожи и глаз.

Озонирование является на сегодняшний день одним из универсальных методов обработки воды, позволяющих эффективно воздействовать на большинство загрязнителей искусственного и естественного происхождения с одновременным обеззараживанием [9].

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

санитарную обработку вода не сохраняет долго свои свойства, поэтому озонирование необходимо комбинировать с хлорированием.

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

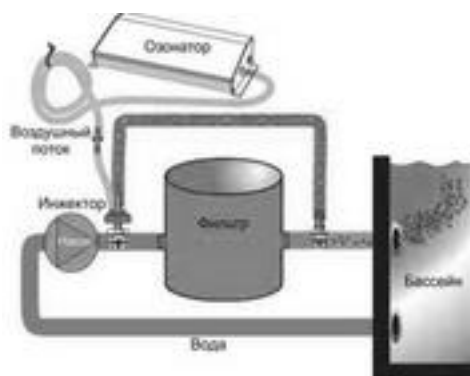


Рисунок 3.13 - Схема очистки воды в бассейне озоном

Технология ультрафиолетового излучения

Ультрафиолетовая технология позволяет понизить концентрацию хлора в воде ниже уровня аллергической чувствительности человека. Ультрафиолетовое бактерицидное излучение — электромагнитное излучение ультрафиолетового диапазона длин волн в интервале от 205 до 315 нм. Этот вид излучения обладает энергией, достаточной для воздействия на химические связи, в том числе и в живых клетках. Наибольшим бактерицидным действием обладает электромагнитное излучение на длине волны 240-280 нм.

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

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

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР					

стекла, способного пропускать УФ–лучи при отсутствии слоя люминофора на внутренней поверхности колбы. Лампы НД имеют высокий КПД преобразования электрической энергии в излучение бактерицидного диапазона – до 40 % и сравнительно низкую единичную мощность – до 200 Вт, в то время как лампы ВД имеют низкий КПД – до 8 % и высокие единичные мощности – до 10 кВт. Столь высокая мощность ламп ВД приводит к повышению рабочей температуры их поверхности до 600 °С и выше, а также к существенному сокращению срока их службы.



Рисунок 3.14 - Схема подключения ультрафиолетового фильтра для воды.

4. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ЛЕСНАЯ ЗАСТАВА»

4.1 Разработка технологической схемы для хозяйственно-питьевого водоснабжения

В технологии подготовки воды для хозяйственно-питьевых нужд оздоровительного комплекса для обезжелезивания воды используется метод упрощенной аэрации с одноступенным фильтрованием и метод обеззараживания ультрафиолетовыми лучами.

Метод упрощенной аэрации с одноступенным фильтрованием основан на способности воды, содержащей железо (II) и растворенный кислород, при фильтровании через зернистый слой выделять железо на поверхность зёрен загрузки, образуя пленку из ионов и гидроксидов двух- и трехвалентного

железа. Пленка активно интенсифицирует процесс окисления и выделения соединений железа из воды.



Рисунок 4.1 – Метод упрощенной аэрации с фильтрованием

Преимущества метода:

- Безопасность: в воду не добавляются никакие сторонние химические вещества, которые могут принести вред человеческому организму;
- Стоимость процесса аэрации, в сравнении с методами, дающими идентичный результат, достаточно низкая: финансовые затраты требуются лишь на закупку оборудования, и на последующую оплату электроэнергии для работы машин;
- Обезжелезивание аэрацией может проводиться для больших объемов жидкости одновременно;
- Улучшение вкусовых качеств воды вследствие обогащения её кислородом;
- Возможность полной автоматизации работы;
- Безопасность для экологии: поскольку аэрация не предусматривает использование каких-либо химических реагентов, по завершению процесса отсутствуют отходы из химикатов, которые нужно как-то утилизировать.

Метод обеззараживания ультрафиолетовыми лучами основан на способности ультрафиолетового излучения с определенной длиной волны губительно действовать на ферментные системы бактерий.

Предлагаемая технология обеспечивает полную очистку вод до норм ПДК.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Источником водоснабжения комплекса является артезианская скважина. Из скважины с помощью насоса вода подается в установку водоподготовки.

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

Принципиальная схема водоподготовки представлена на рисунке 4.2.

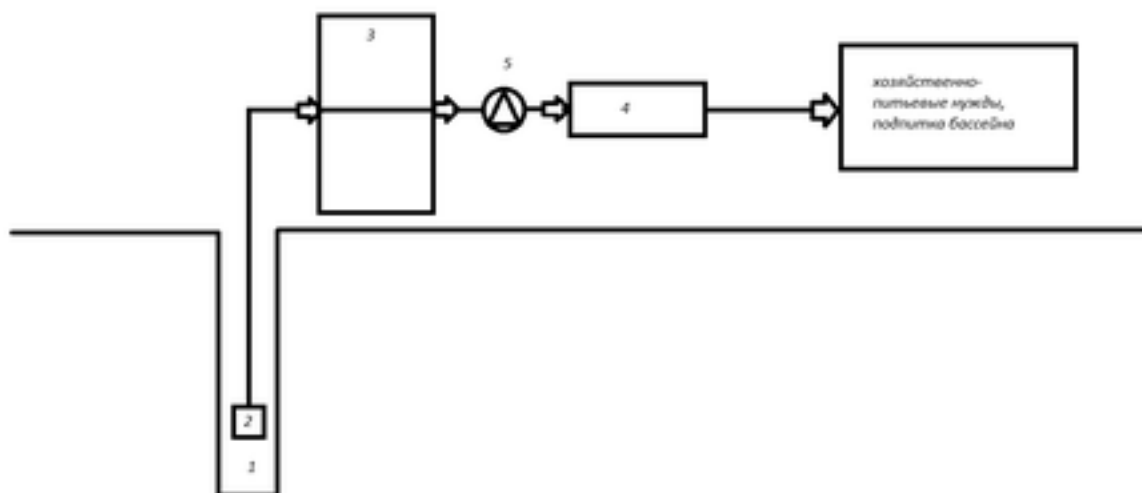


Рисунок 4.2 - Принципиальная схема водоподготовки: 1-скважина; 2-скважинный насос; 3-аэрационная установка; 4-ультрафиолетовые стерилизаторы; 5-подающий насос.

4.2 Разработка технологической схемы для водоподготовки бассейна

Конструктивно-строительная характеристика бассейна 4,1x1,5 представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Конструктивно-строительная характеристика

Тип бассейна	Оздоровительно-терапевтический
Тип отделки	Керамическая плитка (мозаика)
Площадь зеркала воды, м ²	7
Глубина, м	1,3
Тип циркуляции	Скиммерный
Объем воды, м ³	11,9
Расчетный расход воды, л/сут	200
Расход воды, м ³ /ч	1,35

Скорость фильтрации, м/ч	26,8
Объем воды на промывку, м ³	0,52
Время водообмена, ч	1
Скорость потока, м/ч	11,8
Расчетное рабочее давление для оборудования водоподготовки, бар	Не более 2,5
Требуемая температура воды, °С	29
Освещение	Светодиодные светильники

В бассейне принята оборотная система водообмена, при которой происходит непрерывная очистка и дезинфекция воды в процессе её рециркуляции.

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

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

Крупные загрязнения и предметы, случайно оказавшиеся в ванне, задерживаются решетками, установленными на выпусках из ванны с диаметром отверстий равным 10-12 мм, согласно рекомендациям [5].

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

Качество исходной воды для заполнения и подпитки бассейна должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды согласно санитарным правилам и нормам [2]. Для

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

повышения эффективности процессов очистки воды применяется ее реагентная обработка (коагулирование).

Коагулянтом является СТХ-44 (на основе полиоксихлорид алюминия).

Для автоматизации дозирования химических реагентов в бассейн используют специальное дозирующее оборудование. Автоматические станции дозирования и контроля реагентов постоянно измеряют содержание дезинфицирующего вещества и уровень рН, и при необходимости корректируют их, а также сокращают расход реагентов, поддерживая их дозирование на минимально необходимом уровне.

На первом этапе водоподготовки предусматривается фильтрование (с предварительным коагулированием) песчаными фильтрами.

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

Обеззараживание воды гарантирует защиту от грибковых, вирусных, бактериальных и паразитных заболеваний, передаваемых через воду, а также исключает возможность вредного влияния химического состава воды на организм человека. Для обеззараживания воды используются УФ установки.

Вода в ванне бассейна подогревается при помощи теплообменника. Теплообменники рассчитываются исходя из необходимости достижения скорости нагрева воды в бассейне на 1 °С не быстрее, чем в течение 4 часов.

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ БАССЕЙНА СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА

5.1 Расчет фильтрующей поверхности для установок фильтрации

Фильтровальная группа предлагается исходя из расчетных параметров системы циркуляции. Определение объема воды, проходящего через фильтр, производится по формуле [1]:

$$Q_{\text{цирк}} = V_{\text{в}} / T, \quad (1)$$

где $V_{\text{в}}$ – объем воды бассейна, м^3 ;

$T_{\text{норм}}$ – время полного водообмена, равное 1 час [1].

$$Q_{\text{цирк}} = 11,9 / 1 = 11,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимая площадь фильтрации [1]:

$$S_{\text{ф}} = Q_{\text{цирк}} / 20, \quad (2)$$

где 20 – необходимая скорость фильтрации для общественного бассейна,

$\text{м}^3/\text{ч}/\text{м}^2$ [5]

$$S_{\text{ф}} = 11,9 / 20 = 0,6 \text{ м}^2$$

Выбираем фильтровальную установку «ASTRAL» Aster FT. Исходя из нормы скорости фильтрации и циркуляционного расхода подбираем 1 фильтровальную установку диаметром 750 мм и площадью фильтрации $0,74 \text{ м}^2$. Производительность $21 \text{ м}^3/\text{час}$, скорость фильтрации $50 \text{ м}^3/\text{час}/\text{м}^2$.



Рисунок 5.1 – Фильтровальная установка «ASTRAL» Aster FT

Фильтрующим материалом является кварцевый песок фракции 0,7 – 1,2 мм. Высота фильтрующего слоя 1 м. Очистка фильтра осуществляется обратным

						Июль
					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

током воды. Необходимо осуществлять промывку при достижении давления на манометре 1-1,5 бар, но не реже 1 раза в неделю. Переключение режимов работы осуществляется с помощью многоходового вентиля.



Рисунок 5.2 - Ручной многопозиционный вентиль «CLASSIC» для управления циклами работы фильтровальной емкости.

5.2 Системы циркуляции и очистки воды

Вода из чаши бассейна от скиммера и донного выпуска поступает к фильтровальной установке. После фильтрации, подогрева и дезинфекции вода подается в бассейн через форсунки, расположенные в стенах бассейна.

Подпитка свежей водой происходит через механический регулятор уровня. Опорожнение бассейна осуществляется через донный слив.

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

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

5.3 Расчет потерь напора по длине потока наиболее протяженного участка трубопровода

Потери по длине потока определяются по формуле [3]:

$$h_{\text{дл}} = \frac{\lambda L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (3)$$

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где λ – коэффициент гидравлического трения при течении воды;

L – длина трубопровода, м;

d – диаметр трубопровода, мм;

v - скорость течения, 1,5 м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с².

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

Принимаем местные потери 30% от потерь по длине.

Расчет потерь по длине и местных потерь определяем с помощью таблиц Шевелева [15]

Таблица 5.1 – Гидравлический расчет системы водоподготовки бассейна 4,1x1,5м

Участок, м	Диаметр, мм	Расход, л/с	Скорость, м/с	1000 i	Потери по длине, м
L - 1	63	1,1	0,83	24,9	0,03
L - 5	40	0,375	0,45	12,0	0,3
Потери на водонагревателе					0,5
Потери на фильтре					0,5
Потери на ультрафиолете, м					0,5
Итого на всем участке					1,83
Всего с учетом местных потерь					2,65

Напор насоса рассчитываем по формуле [4]

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{miz} + H_f - H_k, \quad (4)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса до коллектора, 0,4м;

H_{tot} – сумма потерь напора (потери по длине и местные потери);

$H_{tot} = 2,65$ м;

H_f – свободный напор, равен минимальному давлению у форсунки;

$P = 0,02 * b$ (бар),

где b – ширина бассейна;

$P = 0,02 * 4,1 = 0,08$ бар = 0,8 м;

H_g – наименьший гарантированный напор в сети, 1,0 м;

$H_p = 0,4 + 2,65 + 0,8 - 1,0 = 2,85$ м

Параметры принятого насоса: $q = 13,8$ м³/ч, $H = 8$ м.

Для надежности системы очистки воды и из условия работы насоса фильтровальной установки подбираем 1 насос «SENA» 13,8 м³/ч при $H = 8$ м с префильтром.



Рисунок 5.3 – Насос «SENA» 13,8 м³/ч с префильтром

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.

Во время промывки фильтров следует соблюдать следующие условия:

- доступ наружного воздуха в пространство над фильтрующим слоем;
- понижение уровня воды в фильтрах до сливной воронки;
- непрерывность процесса промывки;

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР				

- отсутствие прямого соединения промывного трубопровода с канализационным коллектором.

5.4 Расчет подпиточного расхода

Единовременная вместимость ванны зависит от её назначения и принимается с учётом нормированной площади воды, приходящейся на 1 человека.

Пропускная способность ванны в час определяется по формуле (5):

$$N = 60 * A/a * t, \quad (5)$$

где A - площадь зеркала воды, m^2 ;

a - норма площади водной поверхности на 1 человека принимается 3 m^2 ;

t - время пребывания в ванне, принимаем 20 мин.

$$N = 60 * 7 / 3 * 20 = 7 \text{ чел/ч.}$$

Расход воды $Q_{\text{доб}}$, восполняющий потери, возникающие во время эксплуатации ванны бассейна, складывается в результате суммирования этих потерь.

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

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

Испарение с крытого бассейна определяется по формуле (6):

$$Q_{\text{исп}} = q_o * A, \quad (6)$$

где q_o - интенсивность испарения с крытого бассейна, принимаем 0,5 л/ m^2 ;

A - площадь зеркала воды, m^2 .

$$Q_{\text{исп}} = 0,5 * 7 = 0,0035 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Потери воды на выплескивание $Q_{\text{вып}}$, $m^3/ч$, составляют 3-5% вместимости ванны бассейна в 1ч. Выплескивание воды из ванны на поверхность обходных дорожек составляет не более 0,6% вместимости ванны. Общие потери на выплескивание воды купающимися определяются по формуле (7):

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{\text{вып}} = 0,036 * V_{\text{в}}/t, \quad (7)$$

где $V_{\text{в}}$ – вместимость ванны бассейна системы, м³;

t – время работы бассейна в сутки, принимаем 10 ч.

$$Q_{\text{вып}} = 0,036 * 11,9/10 = 0,043 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потери воды вследствие уноса ее купающимися на теле и на купальных костюмах $Q_{\text{к}}$ составляют от 0,15 до 0,6 л на одного посетителя [1] и определяется по формуле (8):

$$Q_{\text{к}} = (0,15 \div 0,6) * N/\tau * 1000, \quad (8)$$

где N – пропускная способность ванны, чел/сут;

τ – период работы бассейна, в течение суток, ч.

$$Q_{\text{к}} = 0,6 * 7/10 * 1000 = 4,2 \text{ л/ч} = 0,0042 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Общие потери воды $Q_{\text{пот}}$ представляют собой сумму величин [1]:

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{исп}} + Q_{\text{вып}} + Q_{\text{к}}, \quad (9)$$

$$Q_{\text{пот}} = 0,0035 + 0,043 + 0,0042 = 0,0507 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Следовательно, в ванну каждые сутки нужно добавлять:

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{пот}} = 0,0507 \text{ м}^3/\text{сут} = 0,014 \text{ л/с}.$$

5.5 Водозабор

Сбор воды с поверхности ванн осуществляется с помощью скиммеров.

Число скиммеров выбирают исходя из объема и площади зеркала воды в бассейне: 1 скиммер на 20-40 м³ но не более чем на 15 м² зеркала воды.

Так как зеркало бассейна составляет 7 м², принимаем 1 скиммер.

Места расположения скиммеров для нашего бассейна вычисляем по формуле (10):

$$X = L/(2xn), \quad (10)$$

где n – количество скиммеров; L – длина борта.

$$n = 1, L = 4,5;$$

$$X = 4,5/(2 \times 1) = 2,25 \text{ м}$$

Получаем: 1 скиммер по 2.25 м от углов бассейна по длинному борту ($L = 4,5$ м) выше стеновых форсунок.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подбираем 1 скиммер для бетонного бассейна «ASTRAL» A100 из нержавеющей стали с переливным каналом 50 мм в диаметре с регулятором уровня воды, с крышкой из нержавеющей стали и сетчатой корзиной. Площадь обрабатываемой поверхности – 25 м².



Рисунок 5.4 – Скиммер для бетонного бассейна «ASTRAL» A100

5.6 Донный слив

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

Донный слив расположен в самой глубокой (по уклону) части бассейна.

Принимаем донный слив «ASTRAL» с размерами 200x200 мм, с рекомендуемым максимальным потоком 15 м³/ч.



Рисунок 5.5 - Донный слив из нержавеющей стали «ASTRAL»

5.7 Форсунки подачи воды

Используются стеновые форсунки. Располагаются на глубине 25 см ниже уровня воды. За счет внутреннего трения верхний, интенсивно

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

движущийся слой воды, увлекает в движение слой за слоем нижерасположенную воду. Таким образом, в движение включается практически весь объем воды бассейна, что способствует ее равномерному перемешиванию и циркуляции.

При производительности 11,9 м³/ч необходимое количество для равномерности распределения потока воды, принимаем – 2 шт.

Выбираем форсунки стеновые из нержавеющей стали «ASTRAL» с рекомендованным максимальным потоком - 14 м³/ч и подключением трубы 2".



Рисунок 5.6 – Форсунка стеновая из нержавеющей стали «ASTRAL»

5.8 Обвязка трубопроводами чаши

Все трубопроводы выполнены из полипропиленовых труб. Устройства забора воды имеют скорость потока не более 0,5 м/с, устройства подачи воды имеют скорость потока не более 2-3 м/с, скорость потока в трубопроводах от 1,0 до 2,0 м/с.

5.9 Расчет мощности теплообменника для нагрева воды

Для нагрева воды бассейна используется трубчатый теплообменник «ASTRAL» Waterheat. Применяется для повышения температуры воды плавательных бассейнов за счет теплообмена между первичным контуром (теплая зона) и вторичным (холодная зона, которую необходимо обогреть).

Размещается последовательно с фильтрами и циркуляционным насосом, который постоянно перекачивает жидкость от донного слива и

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

скиммера и возвращает обратно через форсунки, расположенные по периметру чаши. Таким образом, вода в бассейне не застаивается, регулярно очищается и подогревается.

Теплообменник оснащен электронным терморегулятором с датчиком температуры и управляющим блоком с исполнительным электромагнитным клапаном на греющей воде с предварительной очисткой воды сетчатым фильтром.

Расчет мощности теплообменника бассейна проведен по формуле [11]:

$$Q_s = (V \times C \times (t_b - t_k) / Z_a) + (Z_u \times S), \quad (11)$$

где Q_s – производительность теплонагревателя, Вт;

V – объем воды в бассейне, л;

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

t_b – температура воды в бассейне, °С;

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

Z_a – время, требующееся для нагрева воды до определенной температуры, ч;

Z_u – добавочный фактор на потерю тепла во время нагрева воды для бассейнов без теплосберегающего покрытия (бассейн в помещении 180 Вт/м²);

S – площадь зеркала воды, м²;

$$Q_s = (11900 \times 1,163 \times (29-10)) / 12 + (180 \times 7) = 19713 \approx 23 \text{ кВт}$$

Принимаем 1 теплообменник «Bowman», 25 кВт.



Рисунок 5.7 - Теплообменник «Bowman», 25 кВт.

5.10 Расчёт дозы и требуемого количества реагентов

После прохождения фильтровальной установки, вода поступает на нагрев и затем на обработку жидкими реагентами.

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

Рекомендуемая производителем доза коагулянта для очистки вод общественного бассейна составляет примерно 0,1 – 0,5 мл/м³.

Минимальная доза коагулянта для проектируемого бассейна составит:
 $0,1 \text{ мл} \times 1,35 = 0,135 \text{ мл/ч}$

Тогда часовой расход коагулянта определяется по формуле (12):

$$W_A = Q_{\text{час}} \cdot D_A, \quad (12)$$

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

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

Для крытого бассейна 4,1 м × 1,5 м:

$$W_A = 1,35 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,5 \text{ мл/м}^3 = 0,675 \text{ мл/ч} \text{ или } 0,0162 \text{ л/сут}$$

5.11 Комбинированное обеззараживание

Для данного бассейна принят комбинированный метод: обеззараживание ультрафиолетовыми лучами совместно с хлорированием гипохлоритом натрия.

После прохождения фильтровальной установки, вода поступает на нагрев, затем проходит через дозатор хлора, после чего вода проходит УФ-обеззараживание. При таком методе хлор убирает загрязнения и бактерии, а ультрафиолетовые лучи уничтожают оставшиеся бактерии (которые не входят в спектр влияния хлора).

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.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ввод обеззараживающих реагентов осуществляется после нагревательных установок. Рабочая доза обеззараживающего реагента определяется опытным путём из расчёта постоянного поддержания его остаточной концентрации 0,5 мг/л и 0,3 мг/л для комбинированных методов обеззараживания.

Ориентировочно принимаем дозу при комбинированном методе обеззараживания 0,3 мг/л. Необходимый часовой расход активного хлора определяем по формуле (13):

$$Q_{Cl} = Q_{\text{час}} \cdot D_{Cl} / 1000, \quad (13)$$

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

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

$$Q_{Cl} = 1,35 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,3 \text{ мг/л} / 1000 = 0,000405 \text{ кг/ч или } 0,405 \text{ г/ч.}$$

Время, на которое заготавливают раствор гипохлорита натрия принимаем равным 24 ч. Это составит 9,72 г активного хлора, а значит 0,047 л = 47 мл готового сиропообразного раствора гипохлорита натрия (т.к. содержание активного хлора в растворе гипохлорита натрия 208 г/л) соответственно.

5.12 Системы автоматической дезинфекции

К проектированию принимаем автоматическую станцию «ASTRAL» CONTROL BASIC DOBLE pH-EV для регулирования и дозирования жидкого Cl и pH, и насос дозирования жидкого коагулянта «ASTRAL» BASIC NEXT.



Рисунок 5.8 – Автоматическая станция дозирования и контроля «ASTRAL» CONTROL BASIC DOBLE PH-EV

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Автоматическая станция обработки воды предназначена для непрерывного измерения уровня pH, окислительно-восстановительного потенциала (Redox) и содержания в воде свободного хлора, а также дозирования жидких реагентов с помощью дозирующих насосов из емкостей. Управление происходит с помощью дисплея.

С помощью насоса «ASTRAL» BASIC NEXT производительностью 0.4 л/ч коагулянт из емкости подается в трубопровод. Поставляется с полным комплектом для установки, состоящим из pH или Redox электрода (в зависимости от модели), держателя зонда, всасывающей и продувочной трубок+фитинги.



Рисунок 5.9 - Насос-дозатор «ASTRAL» BASIC NEXT

5.13 Приборы управления

Блок управления фильтрацией «OSF» POOL-MASTER-230 предназначен для управления насосами фильтровальной установки и работой теплообменника.

Основные функции и возможности:

- управляемая по времени работа фильтровальной установки с помощью механического таймера.
- управление нагревом бассейна при помощи электронного термостата.

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 5.10 - Блок управления фильтрацией «OSF» POOL-MASTER-230

5.14 Подбор установок УФ обеззараживания

УФ установка обеззараживает воду путем пропуска воды через кварцевую трубу с последующим просвечиванием ультрафиолетовыми лучами.

УФ установки «ASTRAL» HELIOX UV LP PE предназначены для обеззараживания воды плавательных бассейнов. Мощность установки 56 Вт, мощность лампы 18 Вт. Подключение 2". В основе метода обеззараживания лежит бактерицидный ультрафиолет, пик которого приходится на длину волны 254 нм.

Применяем 2 установки УФ обеззараживания: одна рабочая и одна резервная.

Принцип работы установки заключается в проникновении волн ультрафиолета в центр клеток бактерий. Бактерицидные лучи изменяют внутреннюю структуру микроорганизмов и уничтожают все виды бактерий, в том числе споровые и хлороустойчивые формы. При применении хлорирования в сочетании с УФ очисткой наступает гибель всех организмов.

В качестве источника УФ-излучения выступают амальгамные лампы низкого давления (НД), в которых ртуть находится в связанном состоянии.

Бактерицидные установки монтируют на циркуляционном трубопроводе (с обводной линией) до точки ввода обеззараживающего вещества (хлора).

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 5.11 - Устройство ультрафиолета «ASTRAL» HELIOX UV LP 10, поток 14 м³/ч, мощность 56 Вт.

5.15 Расчет промывных вод фильтров

Всего в системе водоподготовки бассейна оздоровительного комплекса «Лесная застава» функционирует 1 фильтр.

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

При промывке расходуется 0,52 м³ воды, концентрация загрязнений в промывной воде составляет 114,4 мг/л.

Пересчитаем концентрацию взвешенных веществ с учетом добавленного коагулянта по формуле (14):

$$C_B = M + K_k \times D_k + 0,25Ц + B_n, \quad (14)$$

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

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

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

$Ц$ — цветность исходной воды, град;

B_n — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м³.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_b = 114,4 + 0,5 \times 0,5 + 0,25 \times 20 = 119,65 \text{ мг/л}$$

При промывке также выносятся материал загрузки. Необходимо подсыпать в фильтр новую загрузку в расчете 10% в год. В год фильтр промывается 31 раз.

Фильтр бассейна вмещает 310 кг, 10% - это 31 кг, при одной промывке уносится 1,0 кг. Концентрация уносимого песка в промывных водах составляет 208 г/м³. Тогда конечная концентрация загрязнений промывных вод, поступающих на локальные очистные сооружения, составляет 328 мг/л.

Промывные воды от фильтра рекомендуется отводить на локальные очистные сооружения с разрывом струи.

6 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

6.1 Исходные данные и характеристика объекта строительства

В данной главе дипломного проекта представлена технология прокладки трубопровода от спортивного комплекса до локальной очистной станции оздоровительного комплекса «Лесная застава».

Глубина промерзания грунта составляет 1,7 м.

Глубина прокладки канализационного трубопровода 2,2 м.

Наименьший диаметр труб самотечной внутриквартальной сети бытовой канализации 150 мм [18]. Материал трубопровода - труба полиэтиленовая ПЭ160 SDR11 ø160 ГОСТ 18599-2001. Длина участка - 500 м. Общий уклон на площадке – на север, северо-запад, в сторону р. Зюзелга. Основанием фундаментов служат грунты – суглинки. Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 1,2 м.

6.2 Определение параметров траншей

Для прокладки трубопровода первоочередной задачей является срезка растительного слоя глубиной 0,3 метра. Грунт складировать, а затем использовать для рекультивации участков трассы.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						73
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

При глубине траншеи 2,2 м крутизна откосов для суглинистых грунтов будет равна 1:0,5, согласно таблице 1 [11].

Минимальную ширину траншеи понижу под трубопроводы под откосами 1:0,5 и круче принимаем по табл. 2 СНиП 3.02.01-87.

Ширину траншеи понижу определяем по формуле (15):

$$b = D_{\text{нар}} + d, \quad (15)$$

где $D_{\text{нар}}$ - наружный диаметр трубопровода, 0,16 м;

d - дополнительное расстояние для удобства укладки труб в траншею, м.

$$b = 0,16 + 0,5 = 0,66 \text{ м}$$

Глубина траншеи при разработке экскаватором с учетом недобора будет рассчитываться по формуле (16):

$$h_{\text{тр}}^{\text{н}} = h_{\text{тр}} - h_{\text{раст}}, \quad (16)$$

где $h_{\text{раст}}$ - толщина срезки растительного слоя, равная 0,3 м.

$$h_{\text{тр}}^{\text{н}} = 2,2 - 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

Ширину траншеи поверху можно определить по выражению (17):

$$B = b + 2 \cdot h_{\text{тр}}^{\text{н}} \cdot m, \quad (17)$$

где m - коэффициент откоса стенок траншеи, принят на основании п. 5.2.6 [5].

$$B = 0,66 + 2 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 1,76 \text{ м}$$

Грунт из траншеи выгружается в рядом расположенную насыпь. Часть грунта вывозится, а часть идет на обратную засыпку траншеи. Согласно п. 5.3.2, [27] отвал должен отстоять на 0,5 м.

$$S_{\text{нас}} = S_{\text{выем}} - S_{\text{трубы}} \cdot k_{\text{пр}} = \frac{B+b}{2} h_{\text{тр}}^{\text{н}} - \frac{\pi \cdot D_{\text{нар}}^2}{4} \cdot k_{\text{пр}} \quad (17)$$

где $S_{\text{выем}}$ - площадь поперечного сечения траншеи, м^2 ;

$S_{\text{трубы}}$ - площадь поперечного сечения трубы, м^2 ;

$k_{\text{пр}}$ - коэффициент первоначального разрыхления грунта, приложение 2, [27].

$$S_{\text{нас}} = \left(\frac{1,76 + 0,66}{2} \cdot 2,35 - \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} \right) \cdot 1,7 = 7,3 \text{ м}^2$$

Принимаем угол откоса отвала 45° . Тогда высота и ширина насыпи будет равна:

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР				

$$h_{\text{нас}} = \sqrt{S_{\text{нас}}} = \sqrt{7,3} = 2,7 \text{ м (6.5)}$$

$$b_{\text{нас}} = 2 \cdot h_{\text{нас}} = 2 * 2,7 = 5,4 \text{ м (6.6)}$$

Согласно табл. 1 [27], допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машин принимаем при глубине траншей 2,65 м для суглинистых грунтов равным 3,0 м. Ближайшей опорой являются колеса или гусеницы крана, или трубоукладчика. Удобное для контроля расстояние от ближайшей опоры машины до верхней бровки откоса можно определить:

$$l_{\text{верх}} = l_{\text{доп}} - a_3 \quad (18)$$

где a_3 - заложение откоса, м.

При данных параметрах трубопровода необходимости в механизированных средствах укладки труб в траншею нет.

Отсюда следует, что $l_{\text{верх}} = 0$

Разработка грунта в траншеях производится экскаватором одноковшовым JSB JS 130W.

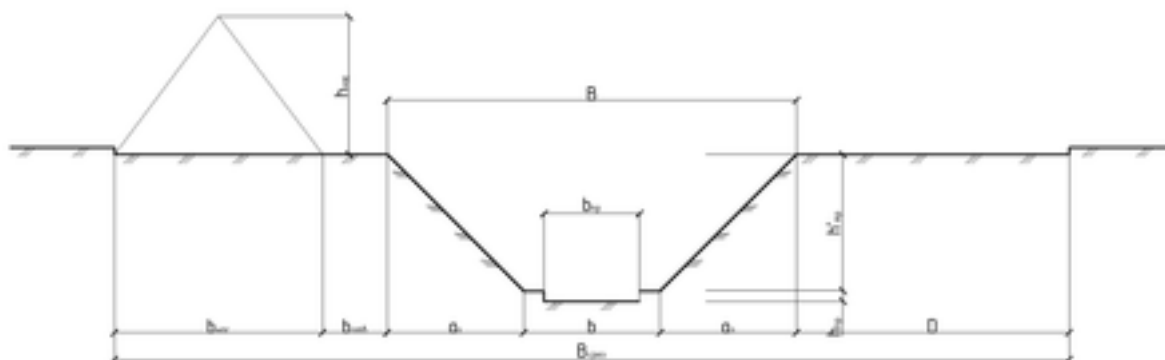


Рисунок 6.1 - Поперечный профиль трассы трубопровода

Ширина срезки растительного слоя складывается из расстояний:

$$B_{\text{срез}} = b_{\text{нас}} + b_{\text{отв}} + 2 \cdot a_3 + b + D \quad (19)$$

где D - ширина площадки для расположения крана и автотранспорта у траншеи, м.

Это расстояние можно определить:

$$D = l_{\text{верх}} + B_{\text{кран}} \quad (20)$$

где $B_{\text{кран}}$ - ширина зоны работы крана и проезда автотранспорта

$$D = 0 \text{ м}$$

$$B_{\text{срез}} = 5,4 + 0,5 + 2 * 0,85 + 0,66 = 8,26 \text{ м}$$

6.3 Определение объемов земляных работ при прокладке трубопровода

Площадь снятия растительного слоя:

$$S_{\text{раст}} = L_{\text{тр}} \cdot B \quad (21)$$

где $L_{\text{тр}}$ - длина трассы трубопровода, м.

$$S_{\text{раст}} = 500 \cdot 3,01 = 1505 \text{ м}^2$$

Объем срезаемого бульдозером растительного слоя равен:

$$V_{\text{раст}} = 1505 \cdot 0,3 = 451,5 \text{ м}^3$$

Разработка грунта в траншее проводится с недобором в области подошвы. Величину недобора $h_{\text{нед}}$ принимают 0,2 м. Экскаватором разрабатывают траншею глубиной:

$$h_{\text{тр}}^{\text{э}} = h_{\text{тр}}^{\text{н}} - h_{\text{нед}} \quad (22)$$

$$h_{\text{тр}}^{\text{э}} = 2,35 - 0,2 = 2,15 \text{ м}$$

Объем грунта, извлекаемого экскаватором из траншеи:

$$V_{\text{экс}} = \frac{b+2 \cdot h_{\text{нед}} \cdot m+B}{2} \cdot h_{\text{тр}}^{\text{э}} \cdot L_{\text{тр}} \quad (23)$$

$$V_{\text{экс}} = \frac{0,66+2 \cdot 0,2 \cdot 0,5+3,01}{2} \cdot 2,15 \cdot 500 = 2080 \text{ м}^3$$

Для обратной засыпки трубопровода грунта потребуется меньше, т.к. часть сечения траншеи занята трубой. Этот грунт можно вывезти на автосамосвалах.

Объем грунта, разрабатываемый с погрузкой в транспортные средства:

$$V_{\text{погр}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{нар}}^2}{4} \cdot L_{\text{тр}} \quad (24)$$

$$V_{\text{погр}} = \frac{3,14 \cdot (0,16)^2}{4} \cdot 500 = 10 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемого навывмет:

$$V_{\text{нав}} = V_{\text{экс}} - V_{\text{погр}} \quad (25)$$

$$V_{\text{нав}} = 2080 - 10 = 2070 \text{ м}^3$$

Оставшаяся в области подошвы часть грунта в объеме недобора разрабатывается вручную. Объем недобора можно определить:

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\text{нед}} = \frac{2 \cdot b + 2 \cdot h_{\text{нед}} \cdot m}{2} \cdot h_{\text{нед}} \cdot L_{\text{тр}} \quad (26)$$

$$V_{\text{нед}} = \frac{2 \cdot 0,66 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5}{2} \cdot 0,2 \cdot 500 = 76 \text{ м}^3$$

Так как полиэтиленовые трубы диаметром 160 мм поставляются длиной 12 м, есть необходимость устраивать прямки для монтажа стыков труб.

Размеры прямков определяем согласно табл. 3 СНиП 3.02.01 - 87:

- длина прямка составляет 0,6 м,
- ширина $D + 0,5 = 0,16 + 0,5 = 0,66$ м,
- глубина 0,2 м.

Объем одного прямка равен:

$$V_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot b_{\text{пр}} \cdot c_{\text{пр}} \quad (27)$$

$$V_{\text{пр}} = 0,6 \cdot (D_{\text{нар}} + 0,5) \cdot 0,2 = 0,6 \cdot (0,15 + 0,5) \cdot 0,2 = 0,08 \text{ м}^3$$

Количество труб:

$$N_{\text{труб}} = \frac{L_{\text{труб}}}{L_{\text{трубы}}} = \frac{500}{12} = 42 \text{ шт}$$

Объем всех прямков:

$$V_{\text{пр общ}} = V_{\text{пр}} \cdot N = 0,08 \cdot 42 = 3,36 \text{ м}^3$$

Общий объем:

$$V_{\text{вруч}} = V_{\text{нед}} + V_{\text{пр общ}} = 76 + 3,36 = 79,36 \text{ м}^3$$

Объем грунта для засыпки траншеи бульдозером Shantui SD16 равен:

$$V_{\text{зас.бульд}} = \frac{B}{2} \cdot h_{\text{бульд}} \cdot L_{\text{тр}}$$

где $h_{\text{бульд}}$ - высота слоя грунта, засыпаемого бульдозером, м

$$V_{\text{зас.бульд}} = \frac{3,01}{2} \cdot 1,1 \cdot 500 = 827,75 \text{ м}^3$$

6.4 Подбор строительных машин

6.4.1 Выбор бульдозера

Бульдозером выполняют срезку растительного слоя, обратную засыпку траншеи грунтом, разравнивание растительного грунта. Марку

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР					

бульдозера подбирают в зависимости от мощности, ширины отвала, объема перемещаемого грунта.

Выбираем бульдозер марки Shantui SD32 с двигателем мощностью 235 кВт и шириной отвала 4,130 м.

Разработка слоя грунта осуществляется по продольной схеме, представленной на рисунке 6.2.

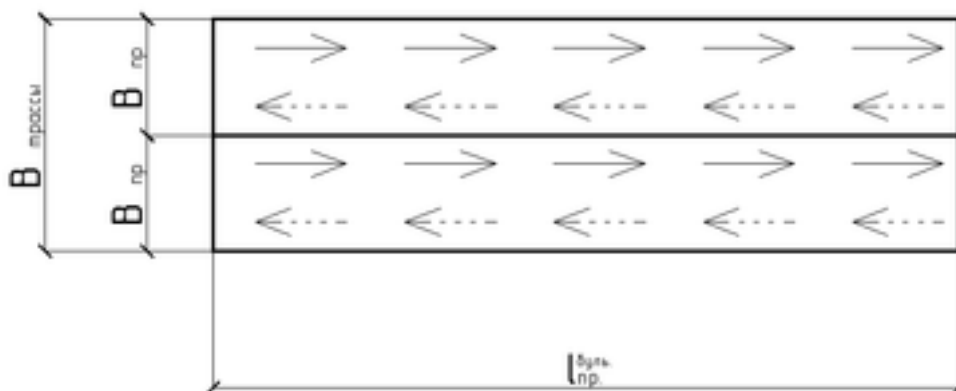


Рисунок 6.2 – Схема продольной (с устройством промежуточных валов) схемы срезки растительного слоя бульдозером.

Число рядов проходов:

$$n_{ш.} = \frac{B_{трассы}}{B_{пр.}} = \frac{8,26}{4,13} = 2 \text{ ряда}$$

Принимаем длину проходки $l_{тр} = 100$ м. Тогда число проходов по длине трассы равно:

$$n' = \frac{L}{l_{тр}} = \frac{500}{100} = 5 \text{ рядов}$$

6.4.2 Выбор экскаватора

Для разработки траншей и котлованов обычно используют одноковшовый экскаватор с гидравлическим приводом с оборудованием обратная лопата.

Экскаватор подбирают по следующим техническим параметрам: радиус копания, глубина копания, высота выгрузки. Глубина копания экскаватора должна быть не меньше глубины траншеи $h_{тр} = 1,4$ м. Схема

разработки грунта в траншее экскаватором представлена ниже на рисунке 6.3.

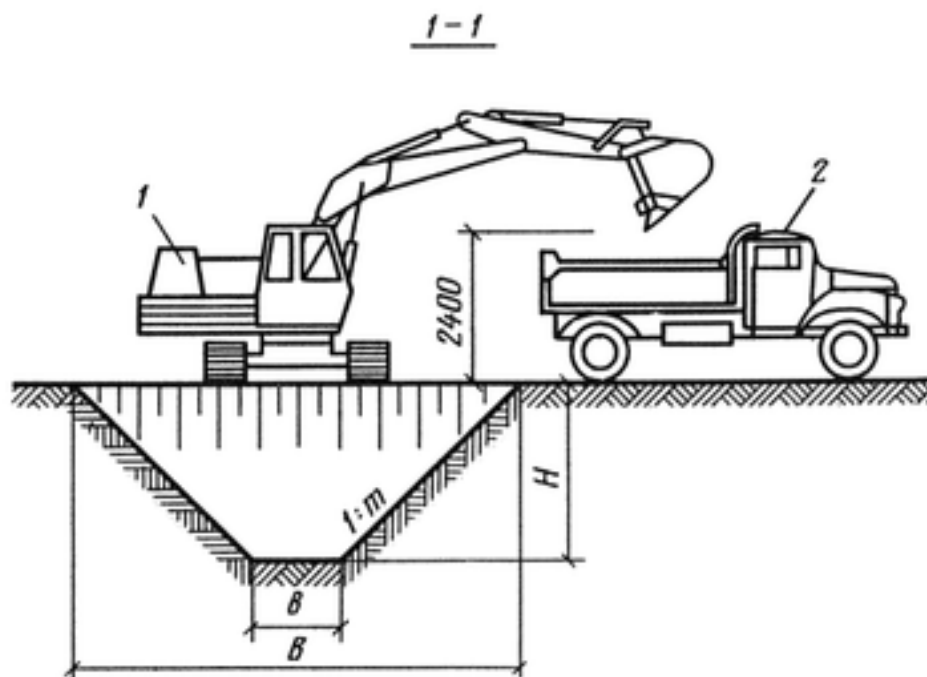


Рисунок 6.3 - Схема разработки грунта в траншее экскаватором

Далее в таблице 6.1 представлены сравнительные характеристики экскаваторов TEREX TC 50 и ЭО-4321, исходя из таблицы произведем выбор экскаватора.

Таблица 6.1 – сравнительные характеристики экскаваторов TEREX TC 50 и ЭО-4321

Параметры	Требования в проекте	TEREX TC 50	ЭО-4321
Радиус копания	>4,54	6	9,95
Высота выгрузки	>2,7	7,95	5,60
Глубина копания	2,35	3,7	5,50
Объём ковша	-	0,68	0,65

Принимаем к использованию автосамосвал HOWO ZZ 3407 с габаритной высотой 3,39 м. И оставляем запас по высоте $h_{\text{зап.}} = 0,8$ м.

Высота выгрузки:

$$H_{\text{выгр}} = H_{\text{авт}} + h_{\text{зап}} = 3,39 + 0,8 = 4,13 \text{ м}$$

Также для данных работ принимаем к использованию экскаватор ЭО-4321 с ковшом емкостью 0,65 м³, глубиной копания 5,5 м, радиусом копания 9,95 м, высотой выгрузки 5,60 м.

Оптимальный радиус копания:

$$R_{\text{опт}} = 0,9 \cdot R_{\text{max}} = 0,9 \cdot 9,95 = 8,96 \text{ м}$$

Определим ширину проходки $B_{\text{пр}}$:

1) При односторонней выгрузке в отвал:

$$B_{\text{пр}} = (0,5 \dots 0,8) \cdot R_{\text{опт}} = 0,65 \cdot 8,96 = 5,8 \text{ м}$$

2) При погрузке (односторонней) грунта в транспортное средство:

$$B_{\text{пр}} = (1,2 \dots 1,5) \cdot R_{\text{опт}} = 1,35 \cdot 8,96 = 12,1 \text{ м}$$

Определим радиус выгрузки:

$$R_{\text{выгр}} = \frac{\frac{B_{\text{пр}}}{2} + \alpha_{\text{зап}} + \frac{B_{\text{авт.}}}{2}}{\cos \alpha}, \quad (28)$$

Где $\alpha_{\text{зап}}$ - расстояние от края траншеи до автомобиля (принимаем 1,3 м).

$B_{\text{авт.}}$ - ширина автомобиля (равна 2,5 м).

α - угол поворота стрелы экскаватора при выгрузке (60°).

$$R_{\text{выгр}} = \frac{\frac{5,8}{2} + 1 + \frac{2,5}{2}}{0,5} = 10,3 \text{ м}$$

6.4.3 Выбор крана и метода монтажа трубопровода

Масса полиэтиленовой трубы длиной 12 м составляет 18 кг (масса 1 погонного метра трубы 1,5 кг). Масса пластикового канализационного смотрового колодца 30 кг.

Укладка трубопровода осуществляется монтажным краном.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

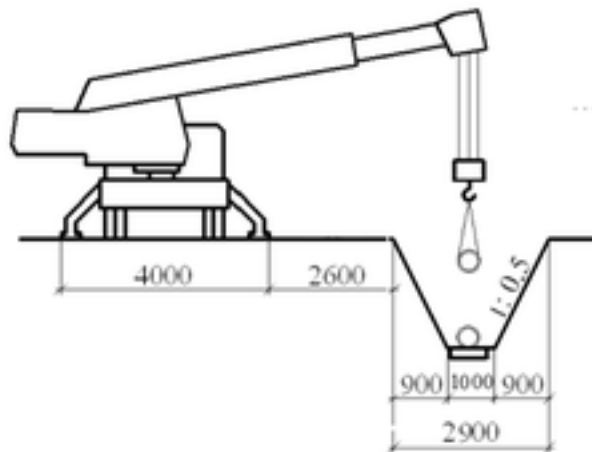


Рисунок 6.4 – Схема укладки трубопровода в траншею

Требуемый вылет стрелы $L_T = 4 + 2,6 + 0,9 + 1 = 8,5$ м

Требуемая грузоподъемность $Q = 0,005 + 0,048 = 0,053$ т

Принимаем автомобильный кран КС-3575А с техническими характеристиками, представленными в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Технические характеристики крана КС-3575А.

Показатель	Характеристика
Мощность двигателя, л.с.	210
Скорость транспортировочная, км/ч	77
Минимальная длина стрелы, м	9,5
Максимальная длина стрелы, м	15,5
Скорость движения нагрузки вниз, м/мин	10
Грузоподъемность, т	10
Масса крана со стрелой, т	17

6.4.4 Выбор грузовых автомобилей

Как было упомянуто ранее, для транспортировки грунта используется самосвал HOWOZZ3470, с объёмом кузова 21 м^3 и грузоподъёмностью 25 т.

Для трамбовки грунта при засыпке траншеи используем виброплиту самоходную MasaltaMS 60 - 4.

Для поставки труб и колодцев подбираем бортовой автомобиль Урал 4320 грузоподъемностью 10 т и размерами 5685x2330x1000 мм. Все необходимые для прокладки трубопровода машины и механизмы представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Ведомость машин и механизмов

Наименование	Марка	Характеристика	Количество
Бульдозер	Shantui SD32	W = 235кВт	1
Экскаватор	ЭО-4321	R _{коп} = 9,95 м h _{коп} = 5,5 м h _{выгр} = 5,6 м V _{ковш} = 0,65 м ³	1
Самосвал	HOWOZZ3470	Q = 24 т, V = 21м ³	1
Трамбовка	Masalta MS 60-4	W = 4,0 кВт	1
Продолжение таблицы 6.2			
Бортовой автомобиль	Урал 4320	Q=10 т 5685*2330*1000 мм	1 1

6.5 Определение трудоёмкости работ

Трудоёмкость строительно-монтажных работ определяется по выражению:

$$T = \frac{H_{вр} \cdot V \cdot k_{уср}^* \cdot k_{попр}^*}{C}, \quad (29)$$

где T - трудоёмкость процесса;

k_{уср.} - коэффициент, отражающий увеличение трудоёмкости в зимний период;

k_{уср.}^{*} = 1 - время года - лето;

k_{попр.} - коэффициент, учитывающий условия производства работ;

k_{попр.}^{*} = 1;

C - продолжительность смены [часы];

V - объём работ;

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист 82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$N_{вр.}$ - норма времени на единицу продукции (принимается по сборникам ЕНиР или ГЭСН).

Трудовые затраты подсчитываем в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Обоснование	Единицы измерения	V работы	$N_{вр.}$ [чел.-ч.]	Трудоемкость [чел.-см.]
Срезка растительного слоя бульдозером Shantui SD32	E2 - 1 - 5	1000 м ² очищенной поверхности	1,386		0,258
Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой ЭО-4321 с ковшом емкостью 0,65 м ³	E2 - 1 - 11	100 м ³ грунта	18,66	2,2	5,13
Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой ЭО-4321 с ковшом емкостью 0,65 м ³ погрузкой в транспортное средство	E2 - 1 - 11	100 м ³ грунта	1,08	2,9	0,396
Разработка грунта в траншее вручную с выкидкой	E2 - 1 - 47	1 м ³ грунта	80,58	1,44	14,52
Укладка ПП труб в траншее краном КС-3575А с заделкой стыков	E9 - 2 - 6	500 м трубопровода	1,186	0,05	0,2
Засыпка грунтом траншеи с трамбованием	E2 - 1 - 58	1 м ³ грунта	30,06	0,81	3,06

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						83

перед испытанием					
Гидравлическое испытание трубопровода	Е9 - 2 - 9	1 м трубопровода	500	0,03	0,54
Гидравлическое испытание трубопровода грунтом (бульдозером)	Е2- 1 -34	100 м ³ грунта	45,6	0,81	4,62
Разравнивание растительного грунта бульдозером Shantui SD16	Е2 - 1 - 28	100 м ³ грунта	13,62	0,58	0,99
Всего					33,36

6.6 Составление календарного плана производства работ

Календарный план производства работ составлен с учетом поточного выполнения работ на объекте и максимального совмещения по времени отдельных видов работ. Календарный план представлен в графической части раздела «Организация и технология строительства».

6.7 Проектирование графика производства работ

График производств работ отражает сроки выполнения работ, время начала и окончания отдельных процессов, их технологическую последовательность.

Оценим продолжительность укладки труб ведущего процесса.

Трудоемкость этого процесса $T = 0,3$ [чел.-см.]

Продолжительность вычислим по формуле:

$$П = \frac{T}{m} \quad (30)$$

Где m - количество рабочих ($m = 3$, по ЕНиР)

$$П = \frac{0,46}{3} = 0,12 \text{ см}$$

Принято проектировать $П$ - целое число, округляя в меньшую сторону, поэтому $П = 1$ см.

						Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	

Определение продолжительности процессов представлено в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Определение продолжительности процессов

Наименование работ	T, [чел.-см.]	Количество рабочих т, [чел.]	П, [см.]
Срезка растительного слоя бульдозером	0,258	1	0,04
Разработка грунта в траншее навывмет с погрузкой в транспортное средство	5,526	1	1
Разработка грунта вручную	14,52	1	3
Укладка ПП труб в траншею с заделкой стыков	2,76	3	0,1
Засыпка грунтом вручную перед испытанием	3,06	1	0,5
Испытание трубопровода	1,62	4	0,07
Засыпка после испытания	4,62	1	0,8
Разравнивание бульдозером растительного слоя грунта	0,99	1	0,2

6.8 Технология возведения сети трубопровода

Срезка растительного слоя производится бульдозером Shantui SD32. Срезка грунта производится за два прохода по одному следу на глубину до 15 см. Ширина участка расчистки принята 6,0 м. Состав работ при срезке растительного слоя следующий:

- 1) приведение агрегата в рабочее положение;
- 2) срезка грунта;

- 3) подъем и опускание отвала;
- 4) возвращение порожняком.

Для разработки грунта в траншее применяется экскаватор марки ЭО-4321 с ковшом емкостью 0,65 м³. Предусмотрена работа экскаватора в три смены. Максимальная глубина разработки траншеи экскаватором составляет 2,65 м, уклон стенок траншеи принят 1:0,5. Разработка траншеи производится в односторонний отвал при боковой проходке экскаватора. Экскаватор движется параллельно оси траншеи со смещением в сторону отвала.

Состав работ при разработке грунта заключается в следующем:

- 1) установка экскаватора в забое;
- 2) разработка грунта с очисткой ковша;
- 3) передвижка экскаватора в процессе работы;
- 4) переходы экскаватора в пределах разработки;
- 5) очистка мест погрузки грунта (окончательная доработка грунта производится вручную).

Основание под трубопроводы принято песчаное, толщина основания 200 мм.

Работы выполняются монтажниками наружных трубопроводов, порядок работ следующий:

- 1) планировка дна траншеи по визирке;
- 2) установка бортовых досок и маячных колышков;
- 3) подача материалов в траншею;
- 4) разравнивание и уплотнение материалов с проверкой по визирке.

Монтаж трубопровода ведется из готовых труб длиной 12 м. Укладка трубопровода в траншею производится вручную.

Состав работ при укладке труб:

- 1) опускание трубы в траншею;
- 2) укладка трубы на основание с подбивкой грунта;
- 3) сварка стыков труб сварочными аппаратами с нагретым инструментом.

Далее производится присыпка трубопровода грунтом вручную. Засыпка производится слоями с разбивкой комьев грунта. Толщина слоя принята 200 мм. Для лучшего уплотнения грунт поливается водой.

Состав работ:

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 1) засыпка разрыхленным грунтом с разбивкой комьев;
- 2) трамбование грунта трамбовкой Masalta MS 60-4.

После присыпки трубопровода производится его предварительное испытание гидравлическим способом - трубопровод заполняется водой и производится его осмотр с устранением утечек воды. После засыпки траншеи производится окончательное испытание трубопровода.

Порядок работ при гидравлическом испытании трубопровода следующий:

- 1) очистка трубопровода;
- 2) установка заглушек с закреплением их временными
- 3) упорами, манометра и кранов;
- 4) присоединение водопровода и пресса;
- 5) наполнение трубопровода водой до заданного давления;
- 6) осмотр трубопровода с отметкой дефектных мест;
- 7) устранение обнаруженных дефектов;
- 8) вторичное испытание и сдача трубопровода;
- 9) отсоединение водопровода и слив воды из трубопровода;
- 10) снятие заглушек, упоров и манометров.

Окончательная засыпка трубопровода производится бульдозером марки Shantui SD32.

Состав работ:

- 1) приведение агрегата в рабочее положение;
- 2) перемещение грунта с засыпкой траншеи;
- 3) возвращение порожняком.

После окончательного испытания трубопровода производятся планировочные работы в следующем составе:

- 1) приведение агрегата в рабочее состояние;
- 2) разравнивание грунта с укладкой его в соответствии с проектным профилем;
- 3) холостой ход бульдозера с частичным уплотнением насыпи.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						87
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.9 Техничко-экономические показатели по строительству объекта

На основании произведенных расчетов и календарного плана производства работ получены следующие технико-экономические показатели по строительству объекта:

Общая продолжительность работ - 12 дней;

Максимальное число рабочих - 4 чел.;

Коэффициент неравномерности движения рабочих - $k = 2,01$.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан проект систем водоснабжения и водоотведения оздоровительно-терапевтического бассейна спортивного комплекса, расположенного на территории оздоровительного комплекса «Лесная застава».

Проектируем бассейн скиммерного типа, поскольку создание такого бассейна потребует меньше затрат на строительство.

В качестве основного оборудования системы водоподготовки принят 1 фильтр «ASTRAL» Aster FT, который эффективно очищает воду в бассейнах и 1 насос с префильтром «SENA».

Для системы предусмотрен нагрев воды, подобраны теплообменники по циркуляционному расходу, соответствующему системе.

Обеззараживание для системы осуществляется комбинированным методом.

После прохождения фильтровальной установки вода поступает на нагрев и затем на обработку жидкими реагентами. После обеззараживания жидкими реагентами, вода проходит ультрафиолетовую обработку. Такой метод позволяет сократить расход хлорного реагента, избавиться от хлорорганических соединений в воде, тем самым делая воду более безопасной для кожи и дыхательных органов человека, не вызывает раздражения слизистой глаз.

В данном проекте разработана технология прокладки трубопровода от спортивного комплекса до локальной очистной станции оздоровительного комплекса «Лесная застава».

В результате проделанной мной работы и выполненного литературного обзора можно прийти к выводу, что преимущества моего бассейна следующие:

- 1) бассейн является крытым;
- 2) бассейн круглогодичного пользования;
- 3) техническое помещение совмещено с конструкцией бассейна.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кедров, В. С. Плавательные бассейны. Водоснабжение и водоотведение [Текст]: учебное пособие/В.С. Кедров, Ю.В. Кедров, В.А.Чухин — М.: Стройиздат, 2002.—184 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Текст] — М.: Минздрав России, 2002.— 90с.
3. СанПиН 2.1.2.188 – 03. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов [Текст] — М.: Минздрав России, 2003.—80с.
4. Basteh.ru: Бассейны и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.basteh.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Справочное пособие к СНиП 2.08.02 – 89* Проектирование бассейнов [Текст] —М.: Стройиздат, 1991. – 42 с.
6. СНиП 2.04.01 – 85. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]—М.: Стройиздат, 1986.—56 с.
7. Каталог Novum. Водоподготовка. Оборудование для бассейнов [Текст] Каталог 2012 – Издание 1.0. – 560 с.
8. СНиП 2.04.02 – 84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст] —М.: Стройиздат, 1985.—120 с.
9. ГОСТ Р 53491.1-2009. Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. Общие требования [Текст] —М.: Стандартинформ,2010. – 62 с.
10. Колотилкин А.В. Методы дезинфекции. Бассейны и сауны [Текст]: справочное пособие / А.В. Колотилкин — М.: Стройиздат, 2003.—58 с.
11. Дерлятко Е.Г. Вопросы обогрева бассейнов [Текст] / Е.Г. Дерлятко // Водолей Вест,2003– 102 с.
12. Poolnn.ru: Технопул [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.poolnn.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
13. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие [Текст] / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

						ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
							90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

14. ГОСТ 12.0.003-80 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст] - М.: Изд-во стандартов, 2003. – 50с.
15. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату помещений [Текст] - М.:Минздрав России, 1997. –48с.
16. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст] - М.: Стройиздат, 1997. – 56с.
17. ГН 22.5-1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Текст] - М.: Минздрав России, 2003. – 46с.
18. ГОСТ 12.4.033-78 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация [Текст] - М.:Изд-во стандартов, 2006. –78с.
19. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение [Текст] - М.:Росстандарт, 2011. – 74с.
20. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ И – 1.01.86. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защит [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 2011. –66с.
21. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ И – 1.04.88. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [Текст] – М.:Изд-во стандартов,2011. – 67с.
22. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ И – 1.08.87. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [Текст] – М.:Изд-во стандартов, 2011. – 56с.
23. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст] – М.:Изд-во стандартов,1996.-66с.
24. ФЗ-123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст] М.:ФЗ.,2008. – 45с.
25. ГЭСН - 2001. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции, монолитные [Текст] – М.: Стройиздат, 2001. – 93 с.
26. ГЭСН - 2001. Сборник 13. Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии [Текст] – М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.
27. ГЭСН - 2001. Сборник 16. Трубопроводы внутренние [Текст] – М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.
28. Шальнов, А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений [Текст]: учебное пособие / А. П. Шальнов, Г. И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 2008. – 312с.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

29. Белецкий, Б. Ф. Организация строительных и монтажных работ
[Текст]: учебное пособие / Б.Ф. Белецкий. – М.: Высш. шк., 2006. —311 с.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.066 ПЗ ВКР	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		