

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

08.04.01 «Строительство»  
(код и наименование направления подготовки)

«Водоснабжение городов и промышленных предприятий»  
(направленность (профиль))

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на тему «Технологические решения водоподготовки бассейнов»

Студент	<u>Д.С. Филимонов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>И.А. Лушкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.В. Петрова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент В.М. Филенков  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) \_\_\_\_\_  
(личная подпись)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ Г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) \_\_\_\_\_  
(личная подпись)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ Г.

**Тольятти 2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Глава 1 Анализ проблем загрязнения и очистки воды плавательных бассейнов .....	6
1.1 Качественные характеристики воды плавательных бассейнов. Химические и микробиологические загрязнители водной среды .....	6
1.2 Анализ факторов, влияющих на выбор технологии водоподготовки бассейна .....	9
1.3 Анализ зарубежных и отечественных схем водоподготовки бассейнов	14
Выводы по главе 1 .....	21
Глава 2 Анализ методов очистки и обеззараживания воды плавательного бассейна .....	22
2.1 Методы механической очистки воды плавательного водоема .....	22
2.2 Обработка воды УФ – лучами .....	39
2.3 Обработка воды бромом .....	41
2.4 Пероксидно-кислородные методы обработки .....	42
2.5 Ионизация воды в бассейны .....	43
2.6 Электролизные установки для обеззараживания .....	45
2.7 Обеззараживание воды хлор содержащими агентами .....	47
2.8 Озонирование .....	55
2.9 Возможные альтернативы и комбинированные способы обеззараживания .....	57
2.10 Сравнение способов обеззараживания .....	58
Выводы по 2 главе .....	62
Глава 3 Разработка технологических решений водоочистки бассейнов .....	63
3.1 Выбор технологической схемы водоподготовки .....	63
3.2 Расчет основных параметров системы водоподготовки .....	70
3.3 Ультрафильтрационные технологии очистки воды бассейнов .....	76
Выводы по главе 3 .....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	91

## **Введение**

**Актуальность работы:** В РФ, как и во всем мире все большее развитие получают: спорт, отдых, туризм. При этом бассейны и аквапарки востребованы, как и в местах отдыха, так и в спорте, и частном секторе. Учитывая проблемы экологии и здоровье людей, водоподготовка играет значительную роль в качестве. Современные, предназначенные для отдыха бассейны и аквапарки предлагают великолепную возможность реализации желаний, исходя из индивидуального качества жизни, определяемого стремлением к здоровому образу жизни.

При постоянном совершенствовании водоочистного оборудования, применении ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий, индивидуальные и общественные бассейны приобретают все большую популярность.

При этом несоответствие и различие требований европейских и российских норм качественных показателей воды и, при этом, разнообразные рекомендации к системам водоподготовки от различных производителей, изменяющиеся в условиях рынка требований к технико-экономическим показателям строительства и эксплуатации, устанавливают перед проектировщиками и строителями новые задачи при создании бассейнов и аквапарков.

**Объект исследования:** Плавательные бассейны.

**Предмет исследования:** Очистка воды плавательных бассейнов.

**Целью работы** является разработка технологических решений водоподготовки плавательных бассейнов.

**Для реализации цели поставлены следующие научно-технические задачи:**

1. Теоретический анализ возможных проблем загрязнения и очистки бассейнов;
2. Анализ методов очистки и обеззараживания воды плавательных бассейнов;
3. Разработка мероприятий по повышению эффективности и эксплуатационной надежности водозабора.

**Научная новизна заключается в:**

- 1 Обобщении основных технологических решений подготовки воды при эксплуатации бассейнов.
- 2 Разработке двух технологических решений водоподготовки для уменьшения доз хлора, улучшения качества воды и повышение безопасности потребителей.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что предлагаемые технологические решения повысят эффективность и эксплуатационную надежность водоподготовки, и качество воды в плавательных бассейнах.

**Личный вклад автора** состоит в обосновании темы, цели, задач и разработке технологических решений по очистке воды в плавательных бассейнах.

**На защиту выносятся:** технологические схемы водоподготовки воды в бассейнах.

**Апробация работы.** Результаты работы представлены в сборниках трудов:

1. Филимонов Д.С. Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки» в ТГУ; статья «Пути решения водоподготовки бассейнов-аквапарков» (автор). ТГУ, апрель 2016 г.
2. Филимонов Д.С. Особенности требований к качеству воды плавательных бассейнов. – В сборнике трудов XIX международной научно-

практической конференции: Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. – Пенза, МНИЦ. 2017.

**Структура и объем диссертации.** Магистерская диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов по главам, общих выводов, библиографии из 39 наименований. Общий объем работы 93 стр., включая 21 иллюстрацию и 3 таблицы.

# **Глава 1 Анализ проблем загрязнения и очистки воды плавательных бассейнов**

## **1.1 Качественные характеристики воды плавательных бассейнов.**

### **Химические и микробиологические загрязнители водной среды**

Основные загрязнения попадают в воду плавательного бассейна совместно с купающимися из находящейся вокруг среды. В том числе и после мытья человек оставляет в воде бассейна в пределах 35 млн. микробов. Помимо того, в воду попадают в пределах 4 г органических субстанций – частиц эпидермиса, текстильных волокон, волос, декоративной косметики и т.п. и в пределах 50 см<sup>3</sup> мочи вследствие непроизвольных уменьшений мочевого пузыря. Опыт демонстрирует, что человек в период плавания неосознанно получает, по наименьшей мере 50-60 мл воды.

Качество воды плавательного бассейна, в работах Черкасова О.А. [1], и Рогожкин Г.И. [2], напрямую оказывает действие на самочувствие купающихся. В одно и тоже время с оздоровительным эффектом бассейнов есть возможность вредоносного воздействия химсостава воды на организм человека, например, действующего на нервы воздействия на слизистые и кожу и интоксикации при попадании вредоносных веществ в период дыхания, через неповрежденную кожу и при заглатывании воды, особо у небольших деток. Так же при плавании присутствует возможность инфицирования болезнями инфекционной природы, что имеют все шансы передаваться через инфицированную воду плавательных бассейнов.

Рогожкин Г.И. приводит единые требования к качеству воды бассейна: «Качество воды плавательного бассейна обязано обеспечивать эпидемическую безопасность в отношении грибковых, вирусных, бактериальных и паразитарных болезней, передаваемых через воду, и предупредить возможности вредоносного воздействия химсостава воды на

организм человека, в том числе действующего на нервы деяния на слизистые и кожу и интоксикацию при поступлении вредоносных веществ при дыхании, через неповрежденную кожу и при заглатывании воды. В одно и тоже время нужно по возможности удовлетворять эстетические требования к качеству воды».

В иностранной литературе, аналогично и российскими экспертами отмечается значимость соблюдения требований к химико-физическим состояниям воды. Одним из современных профессионалов в исследовании качества воды бассейнов считается Кристоф Саунус: «Важным притязанием водоподготовки в частных и социальных бассейнах считается химико-физическое состояние воды. Вода обязана отвечать единым предписаниям гигиены и вовсе не содержать небезопасных для самочувствия человека возбудителей болезней». Это значит, что все критические для самочувствия человека загрязнения, имеющие бактерии, вирусы, бактерии и мельчайшие организмы обязаны быть всецело уничтожены или же дезактивированы и в одно и тоже время удалены из бассейна сообща с их сытной средой (продукты распада органических материалов).

Данной классификацией занимались ряд российских ученых, которые исследовали характеристики воды, способные повлиять на жизнедеятельность и здоровье человека, такие как В. И. Архангельский и П.И. Мельниченко [4]. Данные ученые рекомендуют рассматривать характеристики воды по составу на два типа:

- Состав воды инфекционный;
- Состав воды химический.

Значение естественных водоемов приобретает очень важное значение в современных условиях. Особенно в условиях современного города главенствующую роль играет купание, закаливание, занятия спортом. Бассейны, аквапарки, дельфинарии и т.п. для ведения здорового образа жизни.

## **Участие воды в распространении инфекционных заболеваний.**

### **Эпидемиологическое значение воды.**

Еще с давних пор известно, что аква среда является вероятным источником массовых болезни и эпидемий. Экспертами Всемирной организации здравоохранения известно, что 80 % всех болезней в мире соединены с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Важнейшим компонентом воды как неотъемлемой долею естественной системы с точки зрения воздействия на самочувствие человека являются присутствие биологически живых объектов, представленных микробами, вирусами и простейшими. Распространенность инфекционных болезней, передающихся чрез воду, неглядя на принимаемые меры, во всем мире очень высока. Так, количество людей, страдающих малярией, сочиняет 800 млн, трахомой - 500 млн, шистосомозом - 200 млн, гастроэнтеритами - 400 млн. При этом раз в год от гастроэнтеритов погибают 4 млн деток и 18 млн зрелых.

Влияние хим состава питьевой воды на самочувствие и условия жизни народонаселения.

Опасное воздействие ядовитых хим веществ в организме может обнаруживаться не лишь методом попадания воды в рот, глаза и легкие, но и всасывания чрез кожу в процессе гигиенических и оздоровительных процедур( душ, ванна, плавательные водоемы).

К причинам риска для природы относят галогенсодержащие соединения, часто появляющиеся в питьевой воде городов разных государств. Загрязнение источников водоснабжения промышленными сточными водами является причиной появления их в воде является, обеззараженных хозяйственно-бытовых стоков, воды бассейнов и инфекционных больниц. Многие из галогенсодержащих соединений, образуются в процессе хлорирования воды. Качественные и численные показатели состава галогенсодержащих



соединений в воде зависят их концентрации в воде, а также гуминовых и сульфокислот, фенолов, хинонов, и др.

Требования в России к гигиеническим и эксплуатационным показателям качества воды бассейнов до 1.05.2003 г. регламентировались СанПиН 2.1.2.568-96 [5]. С 1.05.2003 г. действует СанПиН 2.1.2.1188-03 [6]. В диссертации будет выполнен анализ этих актов, потому что они различаются друг с другом по многим вопросам. Одновременно в сравнении проанализируются данные стандартов Германии DIN 19643-1 [7], DIN 19643-2 [8] и DIN 19643-3 [9], которые иногда используют поставщики импортного (германского, испанского, итальянского, финского и пр.) оборудования водоочистки для бассейнов. Это оборудование продается оптом и в розницу и может монтироваться под ключ.

Общие запросы всех указанных нормативных документов [5–7] сводятся к тому, что вода, применяемая для наполнения и пополнения водоемов, обязана соответствовать потребностям к качеству воды систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. В РФ эти нормы прописаны в СанПиН 2.1.4.1074-01 [9]. /А вот в Германском стандарте [7] делается упор на то, что очищенная вода дополнительно обрабатывается в случаях, когда превышены концентрации гуминовых веществ, больше 0,1 мг/л железа, больше 0,5 мг/л марганца, больше 2 мг/л аммония и больше 0,005 мг/л полифосфатов в расчете на фосфор. Нужно сказать, что в РФ для питьевой воды [10] максимально возможная концентрация железа 0,3 мг/л, марганца 0,1 мг/л и полифосфатов 3,5 мг/л по PO<sub>4</sub>-(что соответствует 0,14 мг/л в расчете на фосфор) существенно больше.

## **1.2 Анализ факторов, влияющих на выбор технологии водоподготовки бассейна**

Подбор технологии процесса очистки и состава водоочистных направлений считается основной проблемой при проектировании

водоема и приказывается санитарно-гигиеничными условиями, предъявляемыми к здесь плавательного водоема, технико-финансовыми признаками, наделом насосно-фильтровальной станции, качеством начальной вода, размером ванны водоема и иными параметрами. По этой причине имеется большое число разных альтернатив научно-технических методик [11].

Основным условием, оказывающим большое влияние в подбор экономически подходящей и технически квалифицированной концепции водоподготовки плавательного водоема, считается установление вида водоема.

В согласовании с [12] плавательные водоемы разделяют в: спорт, выздоровительные, младенческие тренировочные, остужающие.

От вида водоема регламентируется порядок деятельности оснащения водоема. Главными компонентами водоемов считаются: ванная комната либо чашечка водоема и научно-техническое место с станцией водоподготовки, фильтровальным оснащением, дополнительным оснащением, концепцией автоматики и др. оснащением. Только лишь требовательно выполнение научно-технических и санитарно-гигиеничных условий к водоему и его главным составляющим даст возможность гарантировать значительное свойство вода и оптимальное состояние купающихся.

При конструировании концепций водоснабжения и водоотведения плавательных водоемов следует принимать во внимание:

1) Свойство начальной вода, прибывающей в водоем: влага питьевого свойства, подземный либо внешний ресурс; в том числе и в муниципальном водопроводе влага способен ряд различаться, т.к. свойство вода в муниципальном водопроводе находится в зависимости с ключа, свойства очищения и изношенности сеток [11];

2) Состав купающихся: подразумевается единица плавание ребенка (условие к температурному распорядку; высокие условия к чистке согласно

определенным микроэлементам, к примеру, железу, возбуждающему суховатость шкурки, раздраженность и аллергические взаимодействия, в особенности у ребенка меньшего года; промежуток водообмена, взаимосвязанный с допустимым засорением вода сочетаниями аммиака) [11];

3) Вероятность прохождения врачебного освидетельствования купающихся либо получение врачебных справок у гостейводоема. Никак не миновавшая требуемую очистку влага способен быть основой многочисленных болезней: чахотка шкурки, болезнь, болезнь А, амебиаз, грибковые болезни шкурки и др. [12];

4) Общедоступность технических концепций: водоканализация, прохладное и теплое водопровод, электроэнергия;

5) Использование энерго и ресурсоэкономных планов в случае плавательных водоемов – данное использование обратнойконцепции водоснабжения;

б) Введение оптимальных зодчески-строй заключений, с целью плавательных водоемов – данное выполнение санитарно-гигиеничных условий, предоставления поточности перемещения гостей, то что отразится в свойстве вода, убавит нагрузку вфильтровальные конструкции, то что в собственную очередность скажется в уменьшении расхода промывочный вода и числедезинфектанта [11];

Классификация плавательных водоемов:

Для предоставления требуемого свойства вода плавательного водоема нужна успешная концепция научно-технического водоснабжения. В связи с вида концепции и порядка ее деятельность плавательные водоемы разделяются в: зрелые – с периодической сменой вода, с текучей концепцией водоснабжения и с концепцией используемого либо рециркуляционного водоснабжения. Подбор вида концепции находится в зависимости с направления водоема, его размера и строя иных условий[6].

Наливная концепция используется с целью водоемов с ванной комнатой не очень большого размера (вплоть до 20-50 м<sup>3</sup>) и содержит несколько значительных недочетов:

- число загрязнений в ходе эксплуатации постоянно увеличивается;
- учащенные замены вода (вплоть до основы опорожнения обязана являться никак не наиболее 6 времен) приводят к существенным расходам вода, тепла с целью ее обогрева и дезинфектанта;
- жар вода в ванной комнате постоянно уменьшается;
- возникает вероятность появления хлорустойчивой болезнетворной микрофлоры [12].

Проточная концепция научно-технического водоснабжения рекомендовано с целью водоемов размером вплоть до 200 м<sup>3</sup>. В информации водоемах доставка чистой, дезинфицированной и нагретой вода в ванную комнату выполняется регулярно в протяжении в целом этапа эксплуатации. Значительным минусом текущей концепции считается огромный потребление вода(3-5 размеров ванны в день) и теплоты с целью ее обогрева.

Оборотная концепция научно-технического водоснабжения. Вследствие постоянной чистке и дезинфекции эта концепция гарантирует значительное свойство вода в водоеме и бережливое использование начальной вода.

Одним с главных характеристик гидрофитного порядка ванны водоема считается оборотный потребление, оказывающий большое влияние в свойство вода, потребление электричества, реагентов, цена оснащения и деятельность обратной концепции водообмена в полном. В установление рационального оборотного расхода вода оказывают большое влияние многочисленные условия, с целью чего же в [6] рассматривается несколько формул согласно установлению данного расхода. Важной проблемой присутствие конструировании концепции водоподготовки плавательного водоема

считается подбор более подходящей состава установления оборотного расхода.

Таблица 1.1 – Сводная ведомость расчета циркуляционных расходов для бассейнов разного типа

Объем бассейна, м <sup>3</sup>	Циркуляционный расчетный расход воды, м <sup>3</sup> /ч								
	$Q_c^I$	$Q_c^{II}$	$Q_c^{III}$	$Q_c^{IV}$	$Q_c^{V}$	$Q_c^{VI}$	$Q_c = V_n/T$		
							T=12	T=8	T=6
<b>Демонстрационно-спортивный бассейн</b>									
3000	14,4	197,88	531,76	-	20,8	105,6	250	375	50
<b>Учебно-оздоровительные бассейны</b>									
875	40,25	36,87	155,1	144,95	25,13	68,3	72,92	109,37	145,86
670	5,92	35,36	119,5	111,49	26,27	57,2	55,83	83,75	111,66
<b>Оздоровительные бассейны</b>									
450	19,2	25,75	-	74,54	36,11	55	37,5	56,25	75
345	8,69	77,95	-	57,15	11,77	27,5	28,75	43,12	57,5
300	15,94	30,38	-	49,69	13,8	27,5	25	37,5	50
95,4	29,6	14,62	-	15,8	12,05	14,3	7,95	12	15,9
66	21,82	21,33	-	10,93	11,24	12,1	5,5	8,25	11
<b>Бассейны в банях и саунах</b>									
23,76	4,8	32,19	-	3,93	3,61	4,4	1,98	2,97	3,96
10,2	11,52	19,65	-	1,68	8,66	4,4	0,85	1,27	1,7
6,75	13,06	22,57	-	1,11	3,61	2,2	0,56	0,84	1,12
<b>Детские бассейны</b>									
Школьный/80,62	17,01	18,2		13,3	28,72	20,9	6,72	10,08	13,45
Учебный/50	26,58	25,04	-	8,25	21,12	14,3	-	6,25	8,33
Детский сад/14,7	16,96	12,9	-	2,42	9,28	12,1	-	1,84	2,45

где  $Q_c^I - Q_c^{VI}$  – циркуляционные расходы, определенные исходя из различных условий:

- 1 По условиям эксплуатации;
- 2 По условию слияния вновь поступающей воды и водой в бассейне;
- 3 Из условия гидрофитного порядка с учетом свойства вода с целью спорт и демонстрировать водоемов;
- 4 Из условия гидрофитного порядка с учетом свойства вода с целью выздоровительных водоемов;
- 5, 6 С целью приблизительных расчетов с целью небольших водоемов.

### **1.3 Анализ зарубежных и отечественных схем водоподготовки бассейнов**

**Зарубежные рекомендации.** С целью решения проблемы поддержания необходимого свойства обратной вода в водоеме немецкие стандарты отчетливорегламентируют 2 вероятные научно-технические схемы очищения и обеззараживания.

Первая модель [7] содержит 4 периода: адсорбцию, коагуляцию, фильтрацию и обеззараживание.

Адсорбция состоит в обрабатыванию вода мелким активированным углем, адсорбирующим разжиженные и коллоидальные базисные засорения. В нашей практике такого рода метод именуют углеванием. Вид и дозы мелких углей избираются экспериментальным посредством.

На 2-ой период выполняется обрабатывание вода коагулянтами и корректирование рН в подходящих с целью коагуляции границах. В свойстве коагулянтов применяют соли алюминия либо железка. Наименьшие дозы коагулянтов 0,05 мг/л согласно алюминию либо 0,1 мг/л согласно железу. Рациональные интервалы рН 6,5–7,2 с целью солей алюминия и 6,5–7,5 с целью железка.

На 3-ий период выполняется фильтрация с внедрением однослойных или многослойных, безнапорных и напорных, а также намывных фильтров. Длительность фильтроцикла составляет не меньше 24 ч. Главные расчетные

характеристики однослойных песчаных безнапорных фильтров: гранулометрический состав загрузки 0, 71–1, 25 мм, толщина слоя загрузки ; 0, 9 м, скорости фильтрации для пресной воды 12 м/ ч. Характеристики для расчета однослойных песчаных напорных фильтров: гранулометрический состав загрузки 0, 7–1, 2 мм, толщина слоя 1, 2 м, скорость фильтрации – 30 м/ ч.

Нормируются 2 варианта промывочного режима однослойных песчаных напорных фильтров. 1-ый вариант состоит из 5 стадий:

- 1) водная промывка со скоростью 60–65 м/ ч в движение 3 мин.;
- 2) воздушная продувка 5 мин. и водная промывка со скоростью 60–65 м/ч в - 3 мин.;
- 3) водная промывка - 60–65 м/ ч - 3–5 мин.;
- 4) слив начального фильтрата в дренаж;
- 5) выход на штатный режим фильтрации.

2-ой вариант промывки подключает 3 цикла:

- 1) водная промывка водой – 60–65 м/ ч в движение 6–7 мин.;
- 2) слив начального фильтрата в дренаж;
- 3) выход на штатный режим фильтрации.

Вода для промывки фильтров может держаться в особой емкости, при этом эту воду нужно дезинфицировать.

Фильтры оборудуются смотровыми окнами для загрузки и выгрузки фильтрующего материала и очистки фильтра. Во всех вариантах после промывки обязана изготавливаться дезинфекция фильтров методом наполнения их веществом с концентрацией функционального хлора возле 10 мг/ л на 15–20 мин. Прежде чем слить дезинфицирующий раствор в дренаж нужно провести дехлорирование, с использованием перекиси водорода из расчета 1–1, 2 мл 35%-го раствора воды на 1 г хлора.

На 4-ой стадии проводят дезинфекцию фильтрата газообразным хлором, р-ми гипохлорита кальция и натрия. Дозирование дезинфектантов необходимо производить постоянно с автоматическим дозированием с помощью дозаторов, которые управляются автоматическими устройствами для измерения концентрации хлора, окислительно-восстановительного потенциала и рН. Дозы реагентов должны гарантировать содержание концентрации свободного остаточного хлора в воде в бассейне 0, 3–0, 6 мг/ л. При этом нужно обеспечить вероятность ввода максимального содержания хлора 2 мг/ л.

Установку для очистки и обеззараживания нужно оборудовать пробоотборниками.

2-ая регламентируемая DIN [8] технологическая методика имеет 5 стадий: коагуляцию, фильтрацию, озонирование, адсорбционную фильтрацию и хлорирование.

Функции и главные расчетные характеристики первых 2-ух стадий такие же, как и в главном варианте.

На 3-ей стадии фильтрат подвергается озонированию для окисления химических загрязнений и обеззараживанию различных микроорганизмов. Концентрацию озона в озono-газовой смеси нужно обеспечить на уровне 20 г/ м<sup>3</sup>, дозы озона в пределах 0, 8–2, 5 мг/ л и боле, время реакций около 3 минут.

На 4-ой стадии активированным углем адсорбируются продукты окисления озоном и не окислившиеся загрязнения, при этом исчезает и остаточный растворенный озон. Скорость фильтрации на этой стадии ; 50 м/ ч, промывка делается водой со скоростью 60–65 м/ ч в движение 3–5 мин., длительность фильтроцикла 48–168 ч. Разность величин окислительно-восстановительного потенциала на входе и выходе адсорбционных фильтров составляет быть не менее 250 мВ.



На 5-ой стадии делается дезинфекция воды хлором, сосредоточение которого в воде в бассейне обязана быть 0, 2–0, 5 мг/ л. При этом обязана оснащаться вероятностью поддержания наибольшей концентрации вольного хлора 1, 2 мг/ л.

Проточная концепция научно-технического водоснабжения рекомендовано с целью водоемов размером вплоть до 200 м<sup>3</sup>. В информации водоемах доставка чистой, дезинфицированной и нагретой вода в ванную комнату выполняется регулярно в протяжении в целом этапа эксплуатации. Значительным минусом текущей концепции считается огромный потребление вода (3-5 размеров ванны в день) и теплоты с целью ее обогрева.

Оборотная концепция научно-технического водоснабжения. Вследствие постоянной чистке и дезинфекции эта концепция гарантирует значительное свойство вода в водоеме и бережливое использование начальной вода.

Одним с главных характеристик гидрофитного порядка ванны водоема считается оборотный потребление, оказывающий большое влияние в свойство вода, потребление электричества, реагентов, цена оснащения и деятельность обратной концепции водообмена в полном. В установление рационального оборотного расхода вода оказывают большое влияние многочисленные условия, с целью чего же в [6] рассматривается несколько формул согласно установлению данного расхода. Важной проблемой присутствие конструировании концепции водоподготовки плавательного водоема считается подбор более подходящей состава установления оборотного расхода.

**Российские рекомендации.** В России при проектировании водоснабжения бассейнов используют нормативными документами [5, 6, 7–10], некие расположения которых, к сожалению, противоречат друг другу. Рассмотрим главные расположения данных документов в хронологической последовательности.

В Справочнике к СНиП " [9], выпущенном в 1991 году, отмечено, что жидкость в бассейне должна отвечать установленным условиям к питьевой воде централизованных систем водопользования и отвечать имеющимся нормам водопользования: цветность не больше 5°, содержание взвешенных веществ в раскрытых ваннах не больше 2 мг/ л, в скрытых – не более 1 мг/ л, прозрачность по кресту – на всю глубину ванны. Пополнение оборотной системы свежей водой обязано изготавливаться из расчета 10 % ( за какой-никакой период не замечено).

Водоочистные сооружения обязаны быть отдельными для всякой ванны и быть из 4 стадий: сетчатого фильтра (волосоуловителя), коагуляции, фильтрации и дезинфекции.

Сетчатые фильтры предусмотрены для задержания больших механических загрязнений, в частности волос.

Коагуляция, учитывая, что в оборотной воде держится в основном тонкодисперсная взвесь, обязательна. Расчетные дозы коагулянтов 0, 1–0, 5 мг/ л.

Фильтры стремительные механические рекомендуется планировать в согласовании со СНиП [7]. Загрузка – кварцевый песок, дробленый антрацит или керамзит и остальные материалы. Здесь же приводятся количественные свойства, а конкретно: гранулометрический состав 0, 6–1, 6 мм и прыть фильтрации ; 18 м/ ч, какие противоречат потребностям СНиП [7], поэтому 0, 5–1, 8 мм и 5–12 м/ ч. Отмечено, что во всех вариантах промывка фильтров обязана изготавливаться обеззараженным фильтратом.

Дезинфекция предусмотрена продуктами хлора или брома, растворы которых обязаны включаться в воду перед сетчатыми фильтрами. Дезинфекция физиологическими способами допускается лишь в сочетании с хим. Содержание хлора в воде в бассейне обязана быть 0, 2–0, 3 мг/ л, но не более 0, 5 мг/ л, брома – 0, 7–1, 5 мг/ л.

Систему оснащают расходомерами свежей и оборотной воды и контрольными кранами для отбора проб воды для водоразбора до и после фильтров.

Слив воды из бассейна в дренаж необходимо осуществлять с разрывом струи перед гидравлическими затворами [8, 9].

В СанПиН 1996 года [5] отсутствуют требования к качеству воды, которые превышают установленные нормы питьевой воды. Но по сравнению с предыдущим нормативным документом изменились и запросы в отношении качества обеззараживания. В качестве главных способов обеззараживания представлены: хлорирование, бромирование, озонирование, а также ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) с порцией не меньше 16 мДж/см<sup>2</sup> вне зависимости от типа установки. Для увеличения прочности обеззараживания нужно комбинировать способы с хлорированием, имеющем пролонгацию.

В СанПиН [6], заменивших СанПиН [5] с 1 мая 2003 года, возникли некоторые новые расположения, а конкретно: очистка и обеззараживание в рециркуляционных контурах обязаны реализоваться способами, включающими коагуляцию. Наиболее приемлемые способы обеззараживания являются озонирование, хлорирование, бромирование, и УФ-излучение с дозой 16 мДж/см<sup>2</sup> вне зависимости от типа установки. Для увеличения прочности обеззараживания, как и до этого целесообразно комбинирование различных способов с УФ-излучением.

Предполагается хлорирование при рН 7,8. Учитывая угрозу для здоровья побочных товаров хлорирования (галогенсодержащих соединений) предписано возвращать отличие другим способам обеззараживания.

Концентрации дезинфектантов в воде в ванне водоема обязаны быть следующими: остаточного вольного хлора после хлорирования 0,3–0,5 мг/

л, остаточного брома после бромирования 0, 8–1, 5 мг/ л, остаточного озона после озонирования не более 0, 1 мг/ л.

Также, нормируется сосредоточение хлороформа после хлорирования не более 0, 1 мг/ л и формальдегида после озонирования не более 0, 05 мг/ л.

Подпитку оборотной системы производят свежей водой из расчета более 50 л на чел., а при озонировании – не менее 30 л на всякого гостя. Расход оборотной (рециркуляционной) воды обязан быть не менее 2 м<sup>3</sup>/ ч на всякого посетителя при хлорировании и бромировании, 1,8 м<sup>3</sup>/ч при УФ-излучении и не менее 1, 6 м<sup>3</sup>/ ч при озонировании. При этом время совершенного водообмена допускается не более 8 ч для спортивных водоемов, 6 ч для санаторных, 0, 5 ч для детей до 7 лет и 2 ч для деток ветше 7 лет.

Водоочистная система оборудуется приборами учета и контроля воды и водоразборными кранами с помощью которых производится отбор проб свежей воды, которая подается в систему, до и после фильтров, а также после обеззараживания до бассейна.

## **Выводы по главе 1**

1. Анализ литературных источников и рассмотренных официальных документов показывает, что производственно-технологическая схема водоподготовки оборотной воды в бассейнах минимально должна включать четыре стадии: фильтры сетчатые, коагуляцию с нормализацией рН, фильтры механические и обеззараживание.

2. В DIN [7–10] рекомендуется два основных способа обеззараживания: хлорирование и озонирование с последующим вторичным хлорированием. При использовании второго метода прежде чем хлорировать необходимо избавиться от остаточной дозы озона.

3. В российских нормативных документах [1, 2, 5] существуют вариации по обеззараживанию от отдельно хлорирования или бромирования до озонирования и УФ-излучения с последующим вторичным хлорированием. При этом приоритетом пользуются методы альтернативные хлорированию.

## **Глава 2 Анализ методов очистки и обеззараживания воды плавательного бассейна**

Наряду с хорошей гидравликой и фильтрацией особенное значение имеет окислительная и дезинфекционная. В связи с тем, что вода водоема обязана обладать постоянно отличными эпидемиологическими и общими гигиеническими свойствами, на этом этапе обработки воды должны учитываться следующие требования:

А) Окисляемые и органические вещества в воде водоема, какие не были отфильтрованы, разрешено частично деструктировать или убавить их численность при поддержке окисляемых добавок или изменить их в фильтруемую форму;

Б) Находящиеся в воде микробиологические загрязнения – бактерии, микроорганизмы, и вирусы – должны быть как разрешено скорее уничтожены или дезактивированы, чтоб предупредить болезнь купающихся;

В) В воде водоема непрерывно должно располагаться лишнее численность дезинфицирующих веществ, длительного действия;

Г) Применяемый способ обработки воды не должен активизировать проблем и ненужных для здоровья людей побочных эффектов т. е., они не должны быть ядовитыми и делать разрушающе на материалы водоема;

Д) Стоимость дезинфицирующих средств и средств окислительной не должна быть высочайшей, они должны быть элементарны и надежны в использовании [3].

### **2.1 Методы механической очистки воды плавательного водоема**

Система очистки воды водоема должна улаживать три главные задачи. Первая – это механическая очистка от разных маленьких частиц, 2-ая – обеззараживание (устранение микробов и вирусов), 3-я – устранение органических соединений, какие неизбежно привносятся купающимися. Наиболее обычный и дешевый метод механической очистки – внедрение песчаного

фильтра. Он представляет собой вместимость с кварцевым песком и особым клапаном для конфигурации направленности потока воды с целью его промывки. Система фильтрации основывается по замкнутому контуру: насос конфискует воду из водоема, продавливая ее через песочный фильтр и отдаёт в бассейн. Перед подачей в бассейн влага поступает в подогреватель-теплообменник.

На ступень кислотности или щелочности воды показывает размер рН. Если степень рН равен 7, то среда нейтральная, смысл рН ниже 7 показывает на повышение кислотности, смысл рН больше 7 показывает на повышение щелочности воды. Поскольку смысл рН измеряется по логарифмической шкале, то изменение уровня рН на одну штуку предполагает десятикратную разницу в ступени кислотности среды.

Регулирование рН воды в водоеме является в особенности принципиальным по ряду обстоятельств. Во-первых, от уровня рН зависит антибактериальное действие большинства дезинфектантов, для всякого вида нужно помогать смысл рН в пределах большей эффективности.

Например, ежели смысл рН поднимается до 8, антибактериальные характеристики хлора скоро снижаются (а желание к осаждению томных солей в воде возрастает). Во-вторых, по мерке такого как рН падает ниже 7, влага получает все наиболее разъедающие для материалов водоема характеристики. В-третьих, ежели степень рН очень низок или очень высок, влага вызывает недовольство и воспаление кожи и глаз. Все упомянутые причины предполагают разные смысла рН, благодаря чему разрешено произносить не об безупречной величине, а об хорошей для всякой системы. На практике довольно помогать величину рН в пределах, удовлетворительных для всякого дезинфектанта.

Чтобы избежать многих проблем, следует приблизительно раз в недельку жить измерение рН-показателя особым бассейновым тестером. И, ежели этот показатель завышен или занижен, привести его в норму. Это делается с поддержкой особых средств, какие разрешено купить в продаже: " рН-плюс "( ежели показатель маленький) и " рН-минус "( ежели показатель высочайший). Причем внедрение препаратов обязано сопровождаться неизменными замерами показателя, подругому вы из одной крайности впадете в иную. Практика указывает, что скачки показателя кислотности почаще только наблюдаются после такого, как вы заполнили бассейн новейшей водой. Другими словами, в первые дни после истока купального сезона степень рН, как правило, грубо растет, а означает, нужно не лениться и почаще испытывать смысл показателя и при необходимости прибавлять лекарство " рН-минус ".

Традиционно обеззараживание воды выполняют по старинке, т.е. хлорированием. Однако хлор не обеспечивает уничтожение многих микроорганизмов, почти все из которых чрезвычайно опасны для здоровья и, в частности, имеют все шансы появиться предпосылкой острых желудочно-кишечных болезней. Вот отчего в уже упомянутом акте СанПиН 2. 1. 2. 1188-03 указывается: " Учитывая угроза для здоровья побочных товаров хлорирования( галогеносодержащих соединений), следует возвращать отличие другим способам обеззараживания ". Избыток хлора придает воде желтый оттенок, не считая такого, в помещении водоема непрерывно летает хлорный аромат. Помимо этого, для деяния хлорсодержащих реагентов нужно помогать кислотность воды в достаточно узеньком перерыве значений (рН = 7, 0, 7, 4).

Альтернативные хлору препараты – бром, пероксид водорода – также не лишены суровых недочетов и требуют кропотливой дозы.



Актуальна в том же духе сражение с водорослями, после появления и разрастания которых влага получает соответствующий зеленоватый краска и аромат, так что об удовольствии от купания произносить не приходится. Одно из действенных средств в борьбе с водорослями – альгицид. Своевременно используя это существо, вы будете исполнять такую профилактику, которая никогда не позволит вашему бассейну " зацвести ". В первую очередь таковой угрозы подвержены водоемы открытого типа, но и в закрытых водоемах, ежели не жить нужных мероприятий, есть угроза скорого размножения водорослей. В случае внедрения альгицида за 12 часов до главной отделки проводят ударное хлорирование водоема, после что употребляют само лекарство. В предстоящем водоросли имеют все шансы снова показаться, но постоянная очистка позволит с легкостью совладать с предоставленной проблемой.

Подбор технологии процесса очистки и состава водоочистных направлений считается основной проблемой при проектировании водоема и приказывается санитарно-гигиеническими условиями, предъявляемыми к здесь плавательного водоема, технико-финансовыми признаками, наделом насосно-фильтровальной станции, качеством начальной вода, размером ванны водоема и иными параметрами. По этой причине имеется большое число разных альтернатив научно-технических методик [11].

Основным условием, оказывающим большое влияние в подбор экономически подходящей и технически квалифицированной концепции водоподготовки плавательного водоема, считается установление вида водоема.

В согласовании с [12] плавательные водоемы разделяют в: спорт, выздоровительные, младенческие тренировочные, остужающие.

От вида водоема регламентируется порядок деятельности оснащения водоема. Главными компонентами водоемов считаются: ванная комната либо чашечка водоема и научно-техническое место с станцией водоподготовки, фильтровальным оснащением, дополнительным оснащением, концепцией автоматики и др. оснащением. Только лишь требовательное выполнение научно-технических и санитарно-гигиенических условий к водоему и его главным составляющим даст возможность гарантировать значительное свойство вода и оптимальное состояние купающихся.

#### 1. Песчаные фильтры.

Фильтрация – отличный способ очистки воды от примесей, в связи с этим наличие качественной фильтрационной установки является неотъемлемой частью любого бассейна (+) Зона ввода очищенной воды определяется типом бассейна. В переливных разновидностях зоны впрыска расположены на дне, а в скиммерных – со стороны, противоположной расположению скиммеров. Подобное размещение зон впрыска обеспечивает лучшую циркуляцию воды и ее равномерную очистку. Выбор фильтра для бассейна Главный критерий, которым нужно руководствоваться при выборе фильтра для бассейна – пропускная способность. Данная величина исчисляется литрами либо кубическими метрами воды, очищаемыми системой за час работы. С помощью современных фильтров для бассейнов можно отсеять даже микроскопические вкрапления, не говоря уже о крупных частицах. Степень очистки определяется скоростью фильтрации и типом применяемого фильтра. При меньшей скорости обеспечивается максимальная степень очистки воды. При этом должно соблюдаться основное правило: весь объем воды должен не менее трех раз пройти через фильтрационную установку. При выборе насоса необходимо ориентироваться на объем бассейна. При этом нужно учитывать, что увеличение скорости прохождения воды сквозь наполнитель приводит к

падению качества очистки. Очевидно, что для мощного насоса нужно подбирать наполнитель с большой емкостью. Современные очистительные установки и фильтры продаются в комплекте, поэтому нет необходимости подбирать емкость к насосу или наоборот. Определить же производительность фильтра достаточно просто. Для этого общий объем воды в бассейне нужно умножить на 2,5 и поделить на 10. Для примера возьмем бассейн размером 10x4x2, который вмещает 80 тонн воды. Вычисляем:  $80 \times 2,5 / 10 = 20$  м.куб/час. Фильтрационную установку для бассейна следует подбирать, исходя из рассчитанной мощности. Типы фильтров для бассейна В зависимости от используемого для фильтрации материала различают следующие фильтры для бассейнов: Механические; Химические; Электрофизические; Комбинированные. Каждый из представленных фильтров может лишь частично решить задачу по очистке воды. Именно поэтому максимальной эффективностью обладают фильтрационные системы, состоящие из нескольких разнотипных фильтров. Механические фильтры для бассейна В роли фильтрующего элемента механических фильтров могут быть использованы следующие материалы: песок; тканая либо нетканая мембрана; активированный уголь. Принцип действия механического фильтра достаточно прост – мембрана, слой угля либо песка, пропуская через себя воду, задерживают львиную долю загрязнений. На выходе получается очищенная вода, утратившая почти все примеси. Все фильтры для бассейнов, работающие по принципу механической очистки, можно классифицировать следующим образом: песочные; картриджные; диатомовые Данный вариант очистки подходит для небольших бассейнов объемом до 10 куб.м. В больших бассейнах помимо механической очистки придется использовать и химическую.

Подобные типы фильтров для бассейнов представляют собой колы с многоходовыми блоками управления. В зависимости расположения вентиля, данные фильтры разделены на две группы – с верхним и боковым подключением. Фильтры с песчаной загрузкой различаются по материалу и технологии (рис. 3. 10).



Рисунок 2.10 – Устройство песчаного фильтра

В бассейнах применяются два песчаных фильтра для очистки воды от механических включений.

Как правило, фильтр состоит из закрытой пластиковой емкости с двумя отверстиями, предназначенными для поступления и выхода воды. Чаще всего бак заполняется кварцевым песком, который и выполняет функцию фильтрующего материала. Песочные насосы-фильтры заводского производства применяются для очистки и рециркуляции очищенной воды в надувных и каркасных сборных бассейнах. Меняют песок в агрегате раз в пять лет Органические примеси и минеральные соли легко задерживаются в

фильтрующем слое кварцевого песка. То же самое происходит и с химическими соединениями, которые образуются в результате дезинфекции бассейна. Недостаток такого фильтра состоит в способности задерживать частицы, не превышающие размер в 20 микрон. Срок службы – не более 3 лет. Увеличить срок службы песочного фильтра до 5-6 лет и повысить степень очистки воды можно, заменив кварцевый песок стеклянным. Еще лучше зарекомендовала себя комбинированная засыпка с разнородным составом, в которой последовательно располагаются чередующиеся слои щебня, гравия и песка. Песочный фильтр для бассейна прост в обслуживании, очистка производится промывкой при помощи обратного направленного насоса. От известковых отложений можно избавиться с помощью специальных средств, вводимых в фильтр на несколько часов при выключенном насосе. В завершении нужно провести стандартную процедуру промывки. Добиться более высокой степени очистки с помощью песчаного фильтра можно, устраивая последовательно располагающиеся слои гальки, щебня и песка. Дешевизна и простота обслуживания песочного фильтра делают его наиболее универсальным и широко используемым владельцами бассейнов. Однако есть у него и значительные недостатки – большой вес внушительные габариты.

В емкости фильтра используется кварцевый песок. В зависимости от скорости фильтрации и производительности принимается крупность загрузки – 0,5-1,2 мм. Чем крупнее песок, тем хуже свойства воды на выходе.

Принцип работы фильтра с песчаной загрузкой (рис. 2.11). Вода подается через скиммер – (устройство забора воды) или донные сливы. Вода поступает сверху на кварцевый песок, пройдя загрузку, отводится снизу – чрез дренажное приспособление (сепараторы) назад в бассейн. При фильтровании воды происходит загрязнение фильтрующего материала, и требуется обязательное сервис с очисткой песчаного фильтра [18].

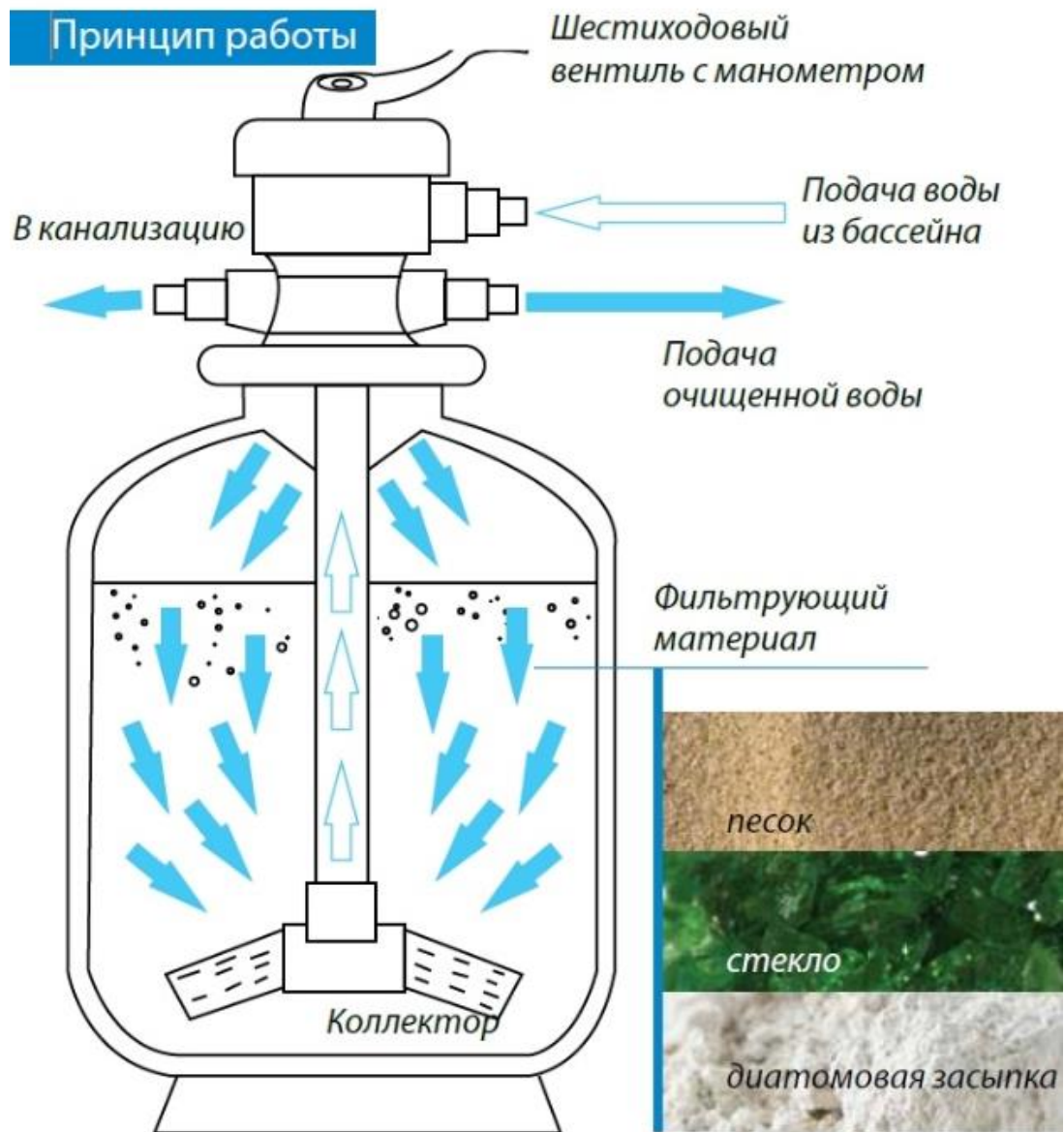


Рисунок 2.11 – Принцип работы песчаного фильтра

Используют различные фильтрующие материалы:

1. Материал фильтрующий АПТ-2 (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Фильтрующий материал АПТ – 2

2. Материал-катализатор фильтрующий АПТ-1 Кварц. (рис. 2.13).



Рисунок 2.13 – Фильтрующий материал АПТ – 1

3. АПТ-1 Керамопро - Принцип действия АПТ-1 (рис. 2.14).





Рисунок 2.14 – Фильтрующий материал АПТ – 1 «Керамопро»

4. АПТ-4 Фильтрующие материалы с бактерицидным свойством. (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Фильтрующий материал АПТ – 4



5. АПТ-6 АКВАМАГ. Продукты марок АКВАМАГ-2000, АКВАМАГ-5000 и АКВАМАГ-30000 это специально отсеянная крошка гидроксидов магния (рис. 2.16).



Рисунок 2.16 – Фильтрующий материал АПТ – 5

6. АПТ-7. Макропористый анионит. (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Фильтрующий материал АПТ – 7

**2. Фильтр картриджный (рис. 2.18).** они представляют собой колбу с расположенным внутри картриджем. Главным преимуществом данного устройства считается компактность и отсутствие режим промывки. Картридж необходимо промывать водой. И в дальнейшем заменить, т.к. он исчерпал свой ресурс.



Рисунок 2.18 – Устройство картриджного фильтра

Фильтр очень эффективный,  $4 \times 9,3 \text{ м}^2$  или  $4 \times 14 \text{ м}^2$ , продолжительные интервалы между регенирациями. Данные особенности делают этот фильтр идеальным для применения в сельских условиях с ограниченным водопользованием [19].

**3. Фильтры гидроциклонные (рис. 2.19).** Для предварительной очистки устанавливаются в системах фильтрации в новых и эксплуатируемых установках. Производительность – до  $30 \text{ м}^2/\text{ч}$  при максимальном рабочем давлении 2,5 бар.

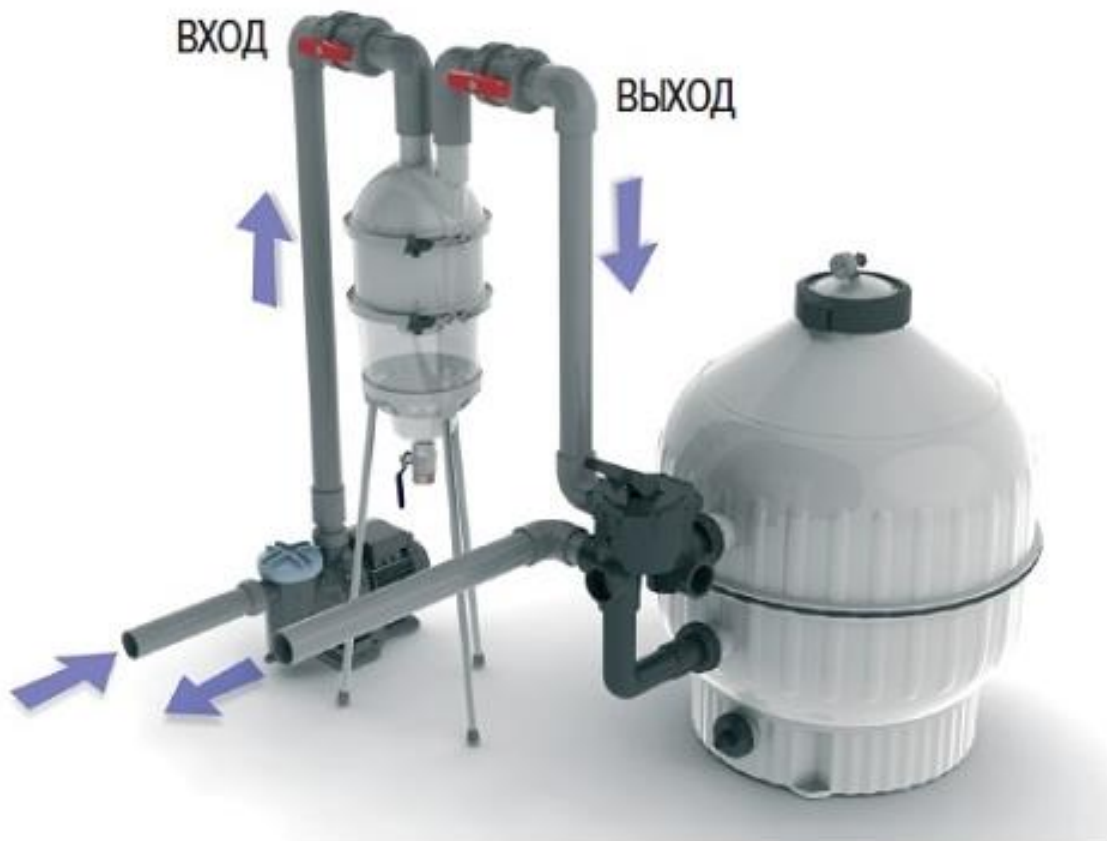


Рисунок 2.19 – Устройство системы фильтрации с гидроциклоном

3. Диатомовый фильтр гарантирует фильтрацию высокого свойства – от 1 до 3 микрон. Для сопоставления, подобный показатель у песочных фильтров сочиняет от 40 до 50 микрон. При этом, размер очистки никоим образом не зависит от размера водоема. Корпус фильтров представляют собой сочетание новых технологий и удобства применения – устройства выполнены в виде зажимных водозащитных хомутов, которые состоят лишь из 1-ой части.

**4. Принципы функционирования диатомового фильтра:**

- фильтр подключает в себя резервуар, в котором располагается фильтрующая часть;
- данная часть состоит из множества различных фильтрующих частей, получивших сплошное заглавие " ребра ";

- эти составляющие выполнены из полимерной базы, которая удерживает синтетическое полотно;
- более длительный перерыв меж очистками гарантируется доведенной до максимума фильтрующей поверхностью.

**Ультрафильтрационные мембраны.** Большие успехи достигнуты за последних 20 лет в развитии мембранных технологий, которые используются при ультрафильтрации. Этот способ способствует удалению из воды мельчайшие по размеру ионы, включая растворенные вещества из золя кремнезема или коллоидной суспензии, и поэтому, концентрируются без образования осадков, а также отложений на мембранном фильтре.

Метод является очень важным при производстве очистки от коллоидов с минимальным энергопотреблением. Способ описанный Айлером [129], позволяет изготовить коллоидный кремнезем посредством частичной нейтрализации горячего раствора силиката натрия кислотой при таком разбавлении, что образующиеся частицы не коагулируют под действием соли натрия. 2-3 %  $\text{SiO}_2$  остывает до  $50^\circ\text{C}$  и насыщается ультрафильтрацией, т.к. соль вымывается водой. Для того, чтобы избежать агрегации взвеси или образования микрогеля требуется добавлять воду со скоростью, поддерживающей концентрации соли ниже установленного значения нормальности рассматриваемой в пределах:

$$N = 0,26 - 0,005C - 0,002 (T - 40)$$

где C — концентрация  $\text{SiO}_2$  г/100 мл; T — температура,  $^\circ\text{C}$ .

Температура равномерно увеличивается до  $75^\circ\text{C}$ , тогда как адекватность снижается до 0,15 н. и ниже, а концентрация увеличивается до 10 г/ 100 мл. Фильтрация через мембрану и вымывание соли длится до получения стабильного 30—40 % золя. Фракция частиц золь не должна превышать 10 нм, а степень концентрации соли поддерживается ниже установленного уровня.

Чилтон [130] внес предложение снижать смысл рН золя кремнезема до 2—4 перед тем, как жить его обогащение ультрафильтрацией. Однако такие золи оказываются неустойчивыми при высочайшей концентрации, и в особенности при завышенной температуре, когда процесс ультрафильтрации протекает еще скорее. Фильтр удерживает огромные по размеру частички в облике слоя отфильтрованного осадка, но пропускает коллоидные частички (темные кружочки) и растворенные соли. Ультрафильтр удерживает коллоидные частички в облике слоя концентрированного золя, но пропускает растворенные соли. Новые успехи ультрафильтрации были достигнуты благодаря улучшенным вариантам мембран. Наиболее изящные сорта фильтровальной бумаги имеют поры, достигающие в поперечнике 1000 нм (1 мкм), тогда как мембраны для ультрафильтрации имеют все шансы изготавливаться с порами диаметром от 1000 до 2—3 нм. В движение почти всех лет применялось " целлофановые " или свежесформованные пленки из коллоидного материала (нитроцеллюлозы). Но в настоящее время почти все компании снабжают оснащение крепкими, эластичными и долговечными мембранами с высочайшей степенью однородности пор по размерам, сохраняющими, но, высочайшее смысл пористости, что позволяет воде довольно скоро течь через такие мембраны. Были разработаны мембраны из пористого стекла, а в том же духе из пористого угля. Мембраны из пористой керамики с микропористым покровным слоем обеспечивают высшую стойкость ультрафильтров по отношению к действию завышенных температур и хим веществ.

Михаэле в собственном обзоре осветил формирование мембранной ультрафильтрации, выложил ее главные взгляды, виды оборудования и области внедрения в хим индустрии. Портер и Михаэле провели сопоставление областей размеров молекул и частиц, доступных действиям деления.

По мере циркуляции над мембраной разведённый золь станет концентрироваться у ее поверхности, но его частички имеют вероятность диффундировать назад в область разбавленного золя. Частицы микрогеля не диффундируют схожим образом, оставаясь возле поверхности мембраны.

Имеющими в поперечнике 1—20 нм (10—200 Å). Была составлена библиография по использованию мембран. Оборудование и нужную информацию разрешено заполучить в ряде компаний, выпускающих просторный комплект разработанной аппаратуры и мембранных устройств.

Разработке еще наиболее действенной аппаратуры и расширению ее внедрения содействует наилучшее сознание основных принципов ультрафильтрации. Теория ультрафильтрации была тщательно изложена Портером,, который в особенности имел дело с проблемой "концентрационной поляризации". Как представлено на рис. 4. 4, перемещение частиц по течению к мембране приводит к формированию концентрированного слоя золя с высочайшей вязкостью. Такой слой может замедлить поток или пруть фильтрации до маленькой части от скорости жидкой среды в неимение коллоидных частиц. Сопротивление потоку—последствие не лишь закупоривания пор или даже фактически образовавшегося непрерывного слоя( геля) густо упакованных коллоидных частиц. Айлер следил, что оно представляет собой прямую функцию от высочайшей вязкости концентрированного слоя золя. При пропускании струи воды в верхней части системы частички кремнезема начинают диффундировать в направленности от граничного слоя, и пруть воды не изменяется. В ходе этого процесса расположение коллоидных частиц становится "поляризованным" в том значении, что их сосредоточение какоказалось наиболее высочайшей поблизости поверхности ультрафильтра и существенно наименьшей в расстоянии от него. Такая "поляризация" вполне обратима.

Для поддержания высочайшей скорости потока нужно, чтоб толщина и сосредоточение коллоидного слоя поблизости поверхности фильтра сохранялись минимальными за счет создания значимого смещения слоев воды возле мембраны. Это достигается увеличением линейной скорости потока золя, проходящего над поверхностью фильтра, и вособенности его турбулентным режимом. В маленьких лабораторных ультрафильтрах с горизонтально расположенной мембраной напряженный беспорядочный режим поддерживается механической мешалкой, окружающей чрезвычайно вблизи к мембране. При поддержании неизменными остальных критерий прыть потока скоро уменьшается с возрастанием концентрации золя. Обычно повышение давления поблизости поверхности ультрафильтра не играет таковой роли, как приобретение минимума концентрационной поляризации.

С ростом температуры наблюдается скорое повышение по-тока. Следовательно, там, где это может быть, ультрафильтрацию растворов нужно жить при очень высочайшей температуре.

Ограничения, появляющиеся при удалении солей способом ультрафильтрации.

## **2.2 Обработка воды УФ – лучами**

Процесс отделки воды водоема УФ – лучами исполняется основным образом вне водоема. Его антибактериальное действие основано на электромагнитном излучении. Вода водоема после фильтрации протекает узким слоем чрез прикрытый установка (рис. 2.1) мимо кварцевого обжига( ртутные электромагнитные лампы невысокого давления) и подвергается интенсивному коротковолновому облучению [8]. Для эффективности облучения и, поэтому, уничтожения бактерий и микробов при таком физиологическом процессе влага обязана быть очень чистой, без загрязнений и мути (не иметь соединений железа, марганца, взвешенных и гуминовых вещества).

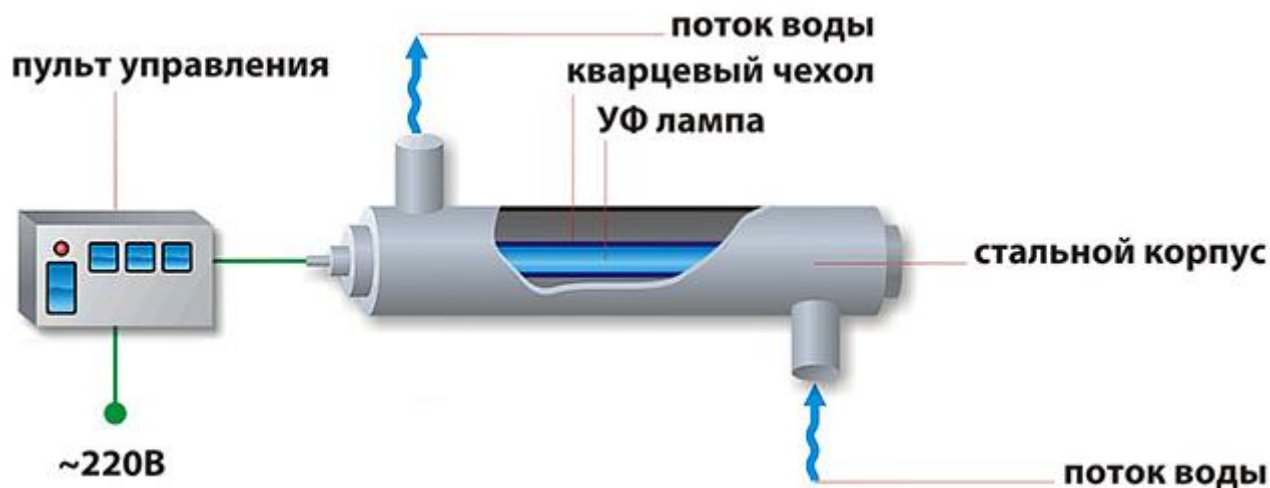


Рисунок 2.1 – УФ стерилизатор

УФ установка – работает параллельно с фильтрующими установками и оборудуются автоматическим выключателем дифференциальной охраны. Срок службы кварцевой лампы – 6000 часов работы.

При снижении эффективности и пролонгации, в результате облучения, нужно внедрение химсредств оксидации и стерилизации для выполнения высоких требований гидравлики. Однако доза данных средств может быть сравнимо малой.

**Достоинства способа УФ – облучения:**

- надежный обеззараживающий результат при соответственных физических качествах воды;
- простота внедрения;
- минимальное сервис;
- отсутствие доп. Воздействия на природу;
- отсутствие угрозы превышения дозы облучения;

**Недостатки способа УФ – облучения:**

- кратковременное действие;



- хороший обеззараживающий результат достигается лишь при чистой воде и равномерном распределении микроорганизмов [3].

### **2.3 Обработка воды бромом**

Бромирование воды – реагентный способ, являющийся кандидатурой хлорированию воды в водоеме. Бром, как и хлор, является галогеном и мощным окислителем [12].

#### **Преимущества:**

высочайшая противомикробная энергичность;

продолжительный результат;

условная незыблемость способа.

#### **Недостатки:**

при содействии брома с органикой, по аналогии с хлором, образуются броморганические соединения. Также, как и хлорорганические соединения, они часто являются ядовитыми веществами, способными показывать плохое действие на организм человека; отлично нейтрализовать их при этом очень тяжело. Накапливаясь со порой, они повышают ПДК по бромов, снижая при этом эффективность дезинфекции;

препараты брома значительно дороже хлорсодержащих дезинфектантов, не считая такого для заслуги обеззараживающего эффекта требуется значительно крупная дача по сравнению с хлором;

надобность применения доп реагентов для нормализации рН (при низких значениях), альгицидов, коагулянтов;

не способен отлично устранять биообрастания;

общее внедрение способов озонирование- бромирование опасно для здоровья человека, так как в итоге их взаимодействия в высочайшей частей вероятности образуются высокотоксичные канцерогенные соединения – броматы.

разлагается под действием солнечного света, при этом не владеет стабилизаторов. Не идет для раскрытых водоемов, владеет трудности в хранении.

при концентрации больше 0, 5 мг/ л довольно нередко появляется недовольство слизистых оболочек, глаз, возникает неприятный аромат, имеют все шансы отслеживаться кожные аллергические реакции (зуд, сыпь) [13].

## **2.4 Пероксидно-кислородные методы обработки**

При очистке с поддержкой функционального кислорода: в воду вводится кислородсодержащий реагент, который разлагается, выделяя кислород, и действует на биозагрязнения. Ранее этот достойный метод был очень распространен в РФ и Европе [12].

В связи с огромной скоростью рекомбинации кислорода, его дезинфицирующее действие по сравнению с хлором незначительно. В связи с этим кислородно-пероксидный способ не используют в бассейнах с большим количеством посетителей [3].

Так как способ пероксид водорода не владеет аромата, не вызывает раздражений, не сформирует вредоносных товаров распада, то способ кислородно-пероксидной отделки используют в качестве кандидатуры хлорированию [3].

**Преимущества:** при соблюдении дозы не вызывает раздражений глаз и кожи, не владеет аромата.

### **Недостатки:**

для действенной дезинфекции перекисью водорода требуются дозы, существенно превышающие ПДК. В тех дозах, какие разрешены СанПиН без наличия дополнительной дезинфекции способ малоэффективен.

неимение важного пролонгированного эффекта отделки - в связи с сравнительно большой скоростью преобразования функционального кислорода в молекулярный, не владеющий антибактериальными качествами. Высокая температура и присутствие загрязнений ускоряют этот процесс;

не способен отлично устранять биообрастания;

перекись водорода – ядовитое существо, относится ко 2 классу угрозы (высокоопасное существо). При передозировке появляется раздражение слизистых, сухость кожи, недовольство глаз;

требуются реагенты для поддержания уровня pH [13].

## 2.5 Ионизация воды в бассейны

Согласно СанПиН 2. 1. 4. 1074–01, ионизация – это процесс отщепления мелких частиц вещества. Этот метод очистки воды – один из самых передовых способов на нынешний день. Принципиальная схема ионизирующей установки представлена на рис. 2.2.

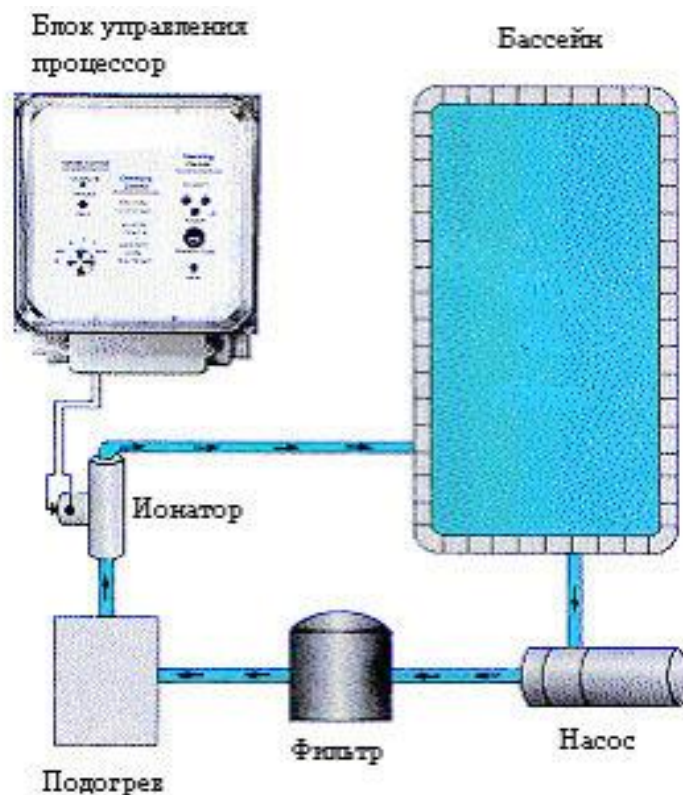


Рисунок 2.2 – Бассейн с ионизирующей установкой

Так как серебро не владеет оксидирующими параметрами, не происходит деление таковых органических субстанций как водоросли, грибки, дискусии и т. п. Кроме такого не есть скоро и четкого метода определения остаточного содержания серебра в воде водоема. Возможно лишь использование бактериологического разбора, который занимает долгое время [Кристо Саунус].

Метод общей ионизации и хлорирования воды в водоеме получил достаточно обширное использование в публичных и личных водоемах. Ионизация вместе с озонированием используется реже вследствие достаточно высочайшей стоимости оснащения. [Ручкинова О. И., Тихонова Н. А.].

**Достоинства:**

продолжительное действие в течении длительного времени;  
простое обслуживание;  
нет потребности во флокулянтах и альгицидах;  
гипоаллергенный.

**Недостатки:**

в согласовании с СанПиНом не может употребляться в качестве главного средства дезинфекции;

имеющейся концентрации ионов может быть мало для уничтожения неких форм микроорганизмов;

формирование у некоторых микроорганизмов приспособляемости;

не оказывает существенного влияния на органические загрязнения и биообрастания;

для действенной дезинфекции принципиально терпеть нужную и достаточную концентрацию ионов – требуется постоянное измерение. При высочайшем содержании ионов может быть изменение цвета пленки, купальной одежды и цвета ясных волос;

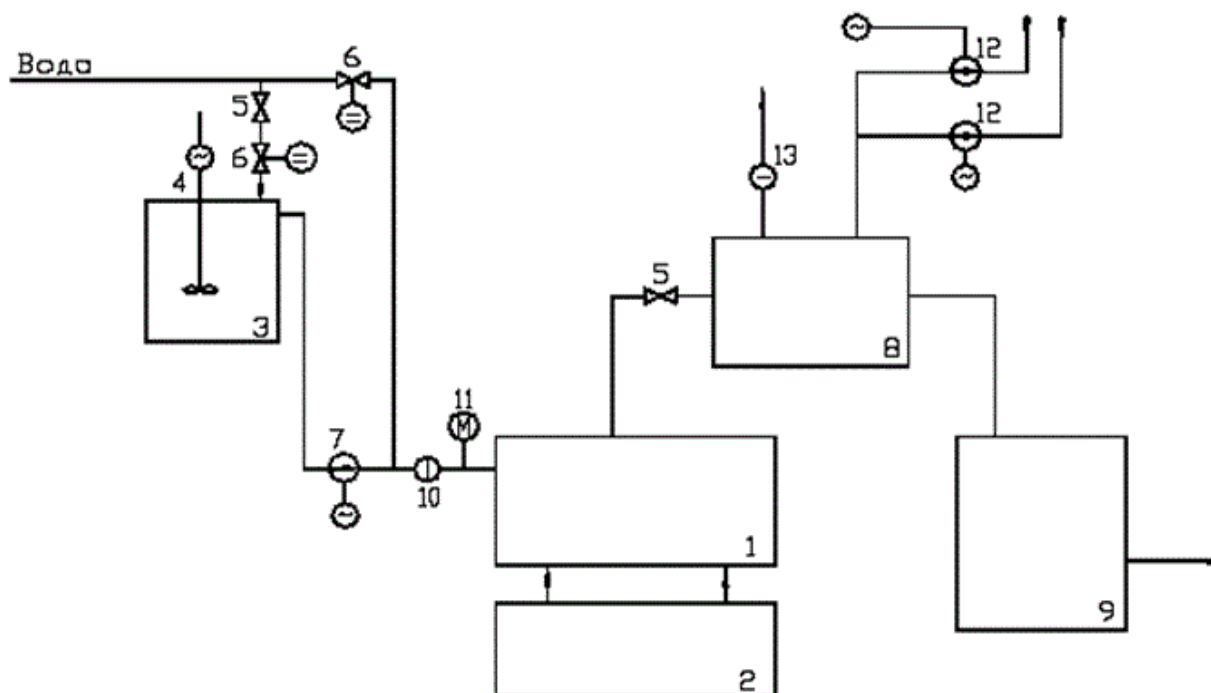
значительные запросы к системе фильтрации и характеристикам обрабатываемой воды для действенной работы системы.

## 2.6 Электролизные установки для обеззараживания

Один из современных способов дезинфекции. В солевом электролизе хлорсодержащий агент вырабатывается из обыкновенной поваренной соли (NaCl) раствора способом электролиза. Согласно СанПиН 2.1.4.1074–01 [10] "Питьевая вода. Гигиенические запросы к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль свойства", электролиз – это физико-химические процессы, при которых жидкость (электролит) распадается под действием электрического тока на положительные и отрицательные ионы [12].

На базе солевого электролиза существуют два варианта систем дезинфекции воды:

1. Электролизные установки, работающие по способу проточного электролиза. В воду добавляется маленькое количество соли для получения через солевой электролиз мощного дезинфицирующего хлорсодержащего агента. Этот окислитель владеет дееспособность назад превращаться в суть после собственного дезинфицирующего деяния. Вот как все происходит. "Подсоленная" вода из бассейна проходит через установку электролизера. При подаче тока к электролизной ячейке электролизера в итоге химической реакции появляются новейшие химсоставляющие и соединения: хлорноватистая кислота (HOCl), методом окисления уничтожающая органические вещества (бактерии, бактерии, вирусы, водоросли); являющийся продуктом реакции водород ( $H_2$ ), который безопасно отводится со всей площади поверхности водоема, и снова получаемые из оставшихся после реакции компонентов NaOH и HCl суть (NaCl) и влага ( $H_2O$ ). Соль при этом вторично употребляется в процессе электролиза, и цикл реакций наступает поначалу. Хлорамины во время их прохода возле электродов разрушаются и выделяют хлор, который станет применен заново (рис. 2. 3).

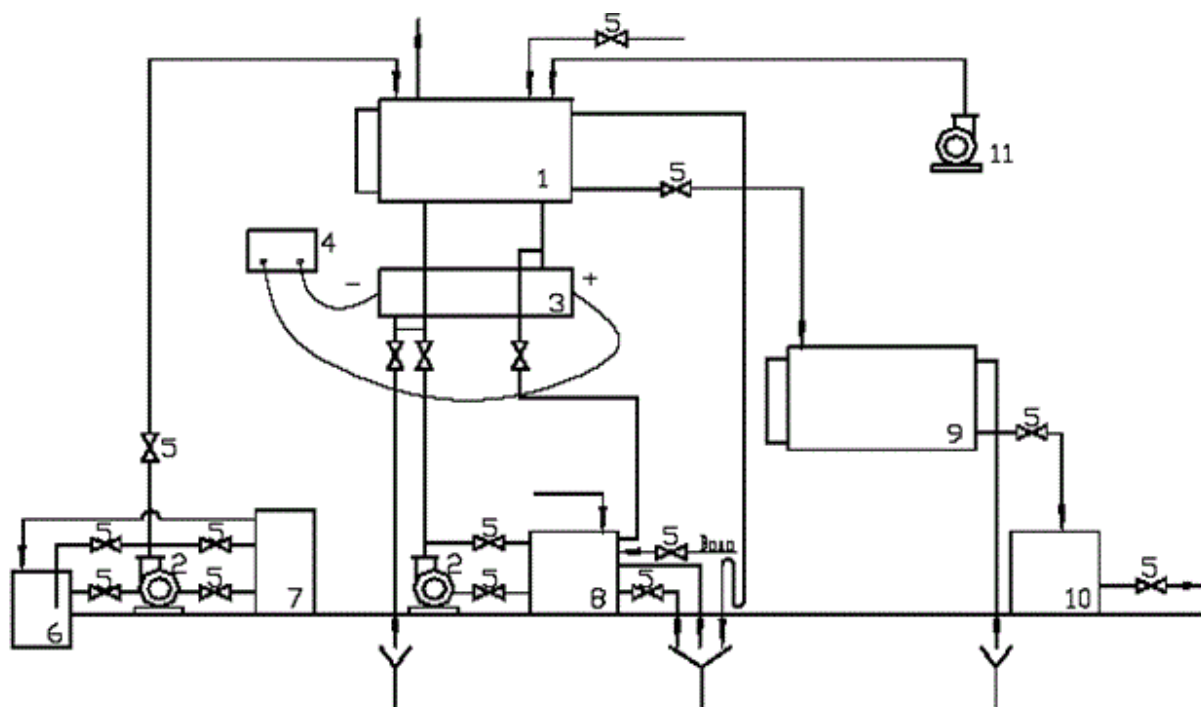


1 –трубчатый проточный электролизер; 2 – блок питания; 3 –приготовление концентрированного раствора соли; 4 – мешалка; 5 – вентиль шаровой; 6 – клапаны регулировочные; 7 – дозатор соляного раствора; 8 – сепаратор; 9 – емкость затворения гипохлорита натрия; 10 – реле протока жидкости; 11 – манометр; 12 – вентилятор; 13 – реле протока воздуха

Рисунок 2.3 – Принципиальная схема проточной электролизной установки

**2. Вырабатывающие хлор в отдельной емкости электролизные установки.** Использование такой установки не требует добавления соли в воду бассейна. При этом хлор вырабатывается внутри специальной камеры путем электролиза поваренной соли и дозируется в воду бассейна, где образуется гипохлорит натрия.

Основанный на солевом электролизе метод обеззараживания может применяется в различных частных, гостиничных санаторных бассейнах, а также в общественных открытых и закрытых бассейнах (рис. 2.4).



1 – емкость электролизная; 2 – перекачивающий насос; 3 – трубчатый электролизер; 4 – блок питания (выпрямитель); 5 – шаровые вентили; 6 – емкость мокрого хранения соли; 7 – емкость рабочего раствора соли; 8 – узел кислотной промывки; 9 - емкость раствора ГПХН; 10 – дозатор; 11 – вентиляционная установка

Рисунок 2.4 – Установка электролизной циклического действия

## 2.7 Обеззараживание воды хлор содержащими агентами

Применяемые методы дезинфекции воды бассейнов подразделяются на реагентные, безреагентные и комбинированные.

Реагентные методы включают: хлорирование, озонирование, олигодинамия (обработка ионами серебра и меди), бромирование, иодирование и др.

Безреагентные – обработку УФ лучами, ультразвуковую и др. виды обработки.

При комбинированных методах возможно применение двух и более методов обеззараживания или комплекс дезинфектантов, как минимум, один из которых обладает пролонгирующим действием и сохраняет свое активное действие в воде.

Обеспечение надлежащих санитарных условий в бассейне вода должна обладать бактерицидными свойствами, и способствовать уничтожению вносимых (возможно патогенных) бактериальных загрязнений. Для соблюдения этого условия обеззараживание должно применять такие реагенты и методы, которые обладают пролонгирующим действием в воде и придают ей бактерицидные свойства в течение длительного промежутка времени. Такое действие присуще почти всем реагентным методам, при этом безреагентные – не способны придавать воде бактерицидные свойства и не обладают пролонгирующим действием, но достаточно хорошо уничтожают споровые и другие формы бактерий.

Исходя из этого, в условиях бассейнов с оборотной (рециркуляционной) системой водообмена для обеззараживания наиболее целесообразно применять реагентные или, что предпочтительнее, комбинированные методы.

В тоже время для проточной системы водообмена применяются практически все известные методы обеззараживания.

Для наливных бассейнов обязательно применение реагентных методов дезинфекции воды, с длительным бактерицидным эффектом.

Профессиональные пловцы в условиях интенсивного учебно-тренировочного процесса в закрытых плавательных бассейнах, как правило, ежедневно проводят не менее четырех часов в день. При этом у пловцов часто отмечаются случаи возникновения различных профессиональных заболеваний, которые зависят от времени года, величины тренировочной нагрузки, условий проведения учебно-тренировочных сборов и их продолжительности, частоты смены мест тренировки и часового пояса, времени в пути и других факторов [2]. Особенно негативное влияние на организм пловцов оказывает химический и бактериологический состав воды в плавательных бассейнах, которую для обеззараживания наиболее часто



подвергают обработке различными хлорирующими реагентами. При дезинфекции ими воды примеси органических веществ, постоянно присутствующих в воде плавательных бассейнов, реагируют с ними, в результате чего образуются хлорорганические соединения, многие из которых обладают более высокой токсичностью для организма человека, чем газообразный хлор. Наиболее токсичными являются легколетучие хлорорганические соединения, которые во время проведения учебно-тренировочного процесса попадают в организм человека через верхние дыхательные пути и оказывают негативное влияние на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, глаза, кожу, изменяют вкус и запах воды, способствуют накоплению вредных примесей в воздушной среде плавательных бассейнов, что может оказать отрицательное влияние на здоровье спортсменов и тренеров [5]. Негативно на здоровье человека могут влиять попадающие в атмосферу бассейна вещества образующие токсичные соединения [6].

Методы и организация исследований. Плавательный бассейн, разумеется, разрешено разглядывать как систему парофазного распределения газ-жидкость, когда летучие вещества при определенных критериях имеют все шансы находиться в термодинамическом равновесии с аквасредой, благодаря чему процесс извлечения из воды плавательных водоемов летучих компонентов разрешено обрисовать разными уравнениями, какие основаны на термодинамическом условии существования разных фаз.

В согласовании с данными критериями наблюдается определенная взаимозависимость меж концентрациями всякого из присутствующих компонентов в разных фазах гетерогенной системы, окружающей в равновесии.

Между концентрациями всякого компонента в равновесных фазах I и II есть зависимость:

Это приводит к тому что, зная численный состав одной фазы, разрешено найти состав иной.

К одним из главных представителей побочных товаров дезинфекции относится хлороформ, который сталкивается в воде более нередко и в наиболее больших концентрациях, чем другие летучие хлор-органические соединения [4].

Установлено, что хлороформ может активизировать рак мочевого пузыря, толстой и непосредственной кишки, поджелудочной железы, головного мозга и др. [3, 8]. При этом его содержание, которое может действовать в легкие организма человека, зависит от концентрации хлороформа в воздушной среде плавательных водоемов и времени присутствия в них спортсменов, обслуживающего персонала и тренеров. Воздушная среда скрытых плавательных водоемов охватывает тем более хлороформа, чем больше его сосредоточение в аква среде, более температура воды и воздуха и степень перемешивания воды в процессе учебно-тренировочного урока. При этом с увеличением физиологической перегрузки спортсмена хлороформ затекает действовать через легкие наиболее напряженно, так как в этом случае размер легочной вентиляции существенно более, чем у тихо плавающих людей. При контакте спортсмена с водой хлороформ может действовать в организм человека через неповрежденную кожу. Кроме того, атмосферный воздух, загрязненный газообразным хлором и легкокипящими хлор-органическими соединениями, формирует в помещениях плавательных водоемов агрессивную среду, которая содействует коррозии железной арматуры ограждающих конструкций, что может привести к следующему их разрушению. Это соединено в первую очередь с тем, что газообразный хлор в атмосфере

взаимодействует с парами воды, образуя соляную кислоту, которая просачивается в микротрещины строй конструкций, арматуру и вызывает ее коррозию.

Содержание хлороформа в воздушной среде плавательных водоемов зависит в том же духе от природы реагентов, какие используют при дезинфекции аква среды.

Для дезинфекции воды плавательных водоемов употребляют довольно огромное количество хим реагентов, какие различаются по собственным эксплуатационным чертам и физико-химическим свойствам [9].

Нами были проведены сравнительные экспериментальные изучения 3-х хлорсодержащих препаратов, обширно используемых для дезинфекции воды в плавательных водоемах. К ним относятся: хлорификс (Германия), регулирующий хлор СТХ-250 (Испания) и хлоритекс (Российская Федерация). Концентрация вольного хлора во всех 3-х продуктах - примерно на уровне 50-55%. Как понятно, в перерыве рН от 3,5 до 5,5 все соединения функционального хлора образуют хлорноватистую кислоту, а хлор выделяется в облике газа. Хлорамины относятся в том же духе к соединениям функционального хлора. Хлорноватистая кислота владеет неповторимую дееспособность к образованию метастабильных оксидантов, владеющих антимикробным действием. Газообразный хлор в итоге реакции с органическими примесными соединениями может выдаваться в окружающую воздушную среду, в особенности при изменении температуры. Для оценки этого воздействия нами были проведены изучения по определению концентрации газообразного хлора, выделяемого из хлорирующих препаратов при разных температурах.

В немецком объединении экспертов газового и водопроводного хозяйства при выборе способа дезинфекции нужно учитывать

инвестиционный издержки на установку, здание и габариты бассейна или, благодаря чему, расход химикатов в связи с применяемым сочетанием способом водоподготовки. В общественных плавательных бассейнах для дезинфекции, как правило применяют установки раствора ГПХН натрия или ГПХК (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Установки приготовления растворов ГПХН и ГПХК

Замена газообразного хлора гипохлоритом натрия приводит к снижению выделения хлора в воздух и, не считая такового, позволяет легче помогать остаточное количество многофункционального хлора воде. Несмотря на происхождение новейших более перспективных дезинфицирующих средств, гипохлорит натрия продолжает применяться для дезинфекции воды плавательных водоемов [15].

2. Метод обеззараживания гипохлоритом кальция. Таблетированный препарат охватывает 65% многофункционального хлора, 2% гидроксида кальция для стабилизации хлора, 10% хлорида натрия, 7% нерастворимых

частиц гидроксида кальция и карбоната кальция, 5-10% кристаллизационной воды.

В бассейнах могут применяться проточные или плавающие дозаторы хлора, заполненные таблетками гипохлорита кальция весом до 5 кг (рис. 2.6). Таблетки плавают в сетчатых емкостях, и хлор из них вымывается водой.



Рисунок 2.6 – Поплавок-дозатор для хлорных таблеток

3. Обеззараживание воды хлор газом. Для безопасности обработка воды производится с помощью вакуумного или полноувакуумного методов.

С помощью водокольцевого насоса, создается вакуум, для приведения в действие стабилизатора, который контролирует протекание хлорного газа. Объем газа регулируется в ручном или автоматическом [3].

**Достоинства:**

высочайшая противомикробная энергичность;

продолжительный результат;

условная незыблемость способа.

**Недостатки:**

некие микроорганизмы (дискусии, вирусы, цисты простых и яичка гельминтов) нехорошо поддаются обработке хлором, а в том же духе способны формировать живучесть;

хлор деятельно взаимодействует с органическими примесями, привносимыми купальщиками – позже, жиром, мочевиной, косметическими средствами и т. д., содержащимися в воде, образуя огромную численность вторичных соединений, некие из которых различаются высочайшей токсичностью и способны показывать плохое (в т.ч. канцерогенное и мутагенное) действие на живые организмы; отлично нейтрализовать их очень тяжело;

огромная численность органики в воде (что типично для водоемов с большой перегрузкой) грубо понижает эффективность дезинфекции, так как функциональный хлор расходуется не на дезинфекцию, а на взаимодействие с органикой (образуя "соединенный", т.е. нереакционноспособный хлор), повышая при этом концентрации остаточного хлора;

не способен отлично устранять биообрастания, появляющиеся на стенах чаши водоема, поверхностях трубопроводов (в т.ч. при проведении ударных обработок);

надобность применения доп реагентов для нормализации рН, альгицидов, коагулянтов [13].

## **2.8 Озонирование**

Озон – это газ, являющийся более функциональной формой кислорода. Озон является одним из более мощных окислителей, уничтожающих бактерии, дискусии и вирусы. По собственной сути очистка воды озоном эквивалентна неоднократно ускоренной процедуре естественной очистки воды.

При озонировании предполагается использование аппаратов озонаторов для получения газообразного озона, для введения в воду при водоочистке. Процесс озонирования имеет ряд преимуществ по сравнению с большинством методов обеззараживания воды, и является одним из лучших окислителей органических соединений. Озон гарантированно уничтожает микроорганизмы, на которые хлор практически не оказывает никакого действия. Озон является флокулянтom влияющим на очень мелкие коллоидные частицы, которые всегда содержатся в воде бассейнов. Данные частицы столь малы, что могут свободно проходить через песчаную загрузку фильтра.

Озонаторы являются дорогостоящим оборудованием и поэтому обычно применяются комбинированные методы с использованием УФ излучения для снижения себестоимости оборудования для очистки воды. Совместное действие ультрафиолета и озона повышают эффективность окисления растворенных органических вещества в 100–10 000 раз в сравнении с отдельным использованием. При глубоком окислении «сжигании», до полной минерализации, любых органических веществ происходит эффективное

удаление из воды всех видов микробиологических загрязнений. Этот метод получил название – «фотолитическое озонирование».

Степень и качество использования озона при этом методе во много раз выше, что снижает затраты на закупку озонатора в связи с его меньшей требуемой мощности. Высокий коэффициент использования озона и исключительно высокой скорости окислительных процессов отпадает необходимость в установке контактной объемной камеры и др. дополнительных устройств для уменьшения избыточного озона, как при классическом озонировании. При фотолитическом методе нет накопления вредных продуктов окисления, таких как формальдегиды.

Для бассейнов запроектированы компактные фотохимические установки водоочистки (на 10–400 м<sup>3</sup>), с кислородным концентратором, озонатором, фотохимическим реактором и блоком управления микропроцессорным. Эти установки легко вписываются как существующие, так и вновь проектируемые системы водоподготовки бассейнов.

Обработанная на таких установках вода в полном объеме сохраняет начальный солевой баланс и имеет улучшенные органолептические показатели. Она избавлена от микробиологического загрязнения, фенолов, пестицидов, галогенорганических соединений и пр., без дополнительной обработки может использоваться в пищевых целях и хорошо насыщена кислородом. Установка не использует какие-либо расходники и реагенты, не привносит загрязнений в очищенную воду. Установки рассчитаны на долговременную эксплуатацию и положительно сказываются на работе системы в целом. Дополнительные реагенты минимизированы, либо полностью исключены.

В публичных бассейнах генератор озона позволительно применять лишь в комплексе с хлорной станцией. Обработка воды способом озонирования



вместе с способом хлорирования – хороший вариант для огромных водоемов. Благодаря обработке озоном, влага в водоеме станет бесцветной, чистой и отлично обеззараженной. Останется лишь помочь маленькую концентрацию хлора для предотвращения проникновения в бассейн патогенных микроорганизмов. При этом образование хлораминов станет сведено к минимуму, а, следовательно, меньше аромат хлорки и недовольство кожи и глаз.

#### **Достоинства:**

высочайшая противомикробная энергичность, стремительный обеззараживающий результат (в 15-20 раз скорее, чем при использовании хлора);

неимение аллергических реакций;

улучшает запах воды.

#### **Недостатки:**

слабый пролонгированный результат; не постановляет проблему устранения биообрастаний;

при окислении озоном органических соединений, присутствующих в воде водоема, может быть создание побочных товаров (альдегидов, кетонов и др.);

низкая эффективность при удалении побочных товаров хлорирования;

надобность деструкции остаточного озона в воде; контроль за вхождением озона в атмосфере;

наиболее высочайшая цену оснащения по сравнению с иными способами.

## **2.9 Возможные альтернативы и комбинированные способы обеззараживания**

Принцип работы состоит в электрохимическом синтезе влажной газообразной смеси оксидантов - хлора, диоксида хлора и озона из раствора хлорида натрия концентрацией 200 – 250 г/ л под давлением в

диафрагменных модульных химических элементах ПЭМ-7, любой из которых является отдельной ячейкой химического реактора (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Установка «Аквахлор»

В отличие от обычных технологий получения хлора – ртутного, диафрагменного электролиза и электролиза с ионообменной мембраной, разработка получения газообразной смеси оксидантов в аппарате АКВАХЛОР не просит подкисления исходного раствора хлорида натрия, не нуждается в доп. расходовании воды и хим. реагентов, позволяет выполнить деление хлоридного раствора на нужные продукты за один цикл отделки в электрохимическом реакторе, т. е. является принципиально новейшей [16]. Основным целевым окончательным продуктом установок АКВАХЛОР является аква 0, 1%-ный раствор смеси оксидантов (хлора, диоксида хлора, озона), проектный для обеззараживания воды хозяйственно-питьевого назначения, промышленных и бытовых сточных вод, и воды плавательных водоемов.

### **2.10 Сравнение способов обеззараживания**

В таблице 2.2 приведены главные свойства способов дезинфекции воды и выполнена их сравнительная критика. Общая критика способов рассчитывалась по трехбалльной шкале. Положительные свойства

оценивались в 3 балла, отрицательные – 1 балл, средняя критика меж позитивными и отрицательными свойствами – 2 балла.

Таблица 2.2 – Сравнение методов обеззараживания в баллах.

Основные характеристики методом	Обработка хлором	Обработка бромом	Обработка активным кислородом	Озонирование	УФ-стерилизация	Электролизные установки	Ионизационные установки
Гибель микроорганизмов	3	2	3	3	2	3	3
Уничтожение спорообразующих микроорганизмов	1	1	1	3	1	1	1
Привыкание микроорганизмов к концентрированным растворам	1	3	3	3	3	3	3
Образование сопутствующих химических соединений	1	3	3	3	3	1	2
Дезинфекция поверхностей стенок бассейна	3	3	3	1	1	1	1
Пролонгирование	3	3	1	1	1	1	3
Воздействие на кожные покровы о организм в целом	1	2	3	2	3	2	2
Запахи	1	3	3	3	3	3	3
Доступность	3	1	3	3	3	3	3
Себестоимость	3	1	2	1	3	1	2
Эффективность действия	3	2	3	2	1	3	2
Обобщенная оценка методов	23	24	28	25	24	22	25

На основании табличных значений показано графическое изображение сравнительного анализа способов обеззараживания воды (рисунок 2.8).

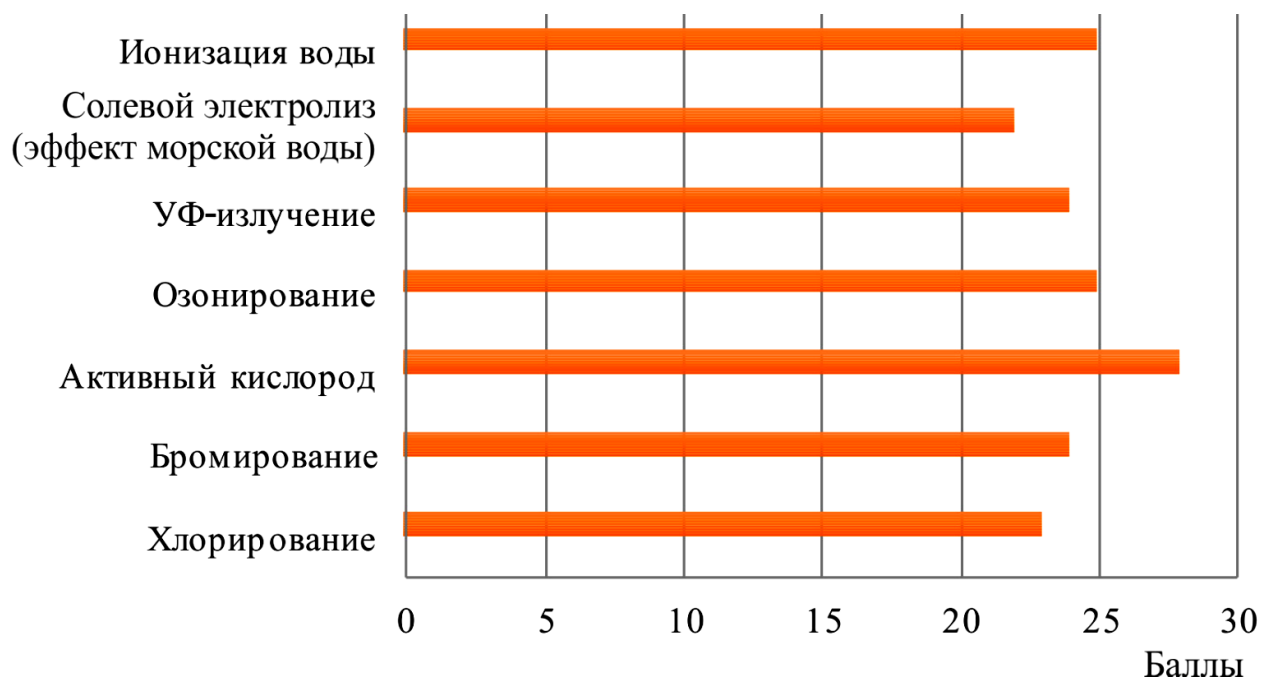


Рисунок 2.8 – Диаграмма сравнения методов обеззараживания

По итогам балльной оценки способы обеззараживания воды можно подразделить в ряд: кислород активный, озонирование и ионизация, бромирование и УФ-излучение, хлорирование, солевой электролиз.

Далее в работе была проведена количественная оценка построенных компанией ООО ГК «ГОЛЬФСТРИМ» и «Эльба» в г. о. Тольятти бассейнов начиная с 2012 г. Диаграмма показывает процентное соотношение применения систем обеззараживания в частных бассейнах (рисунок 2.9).

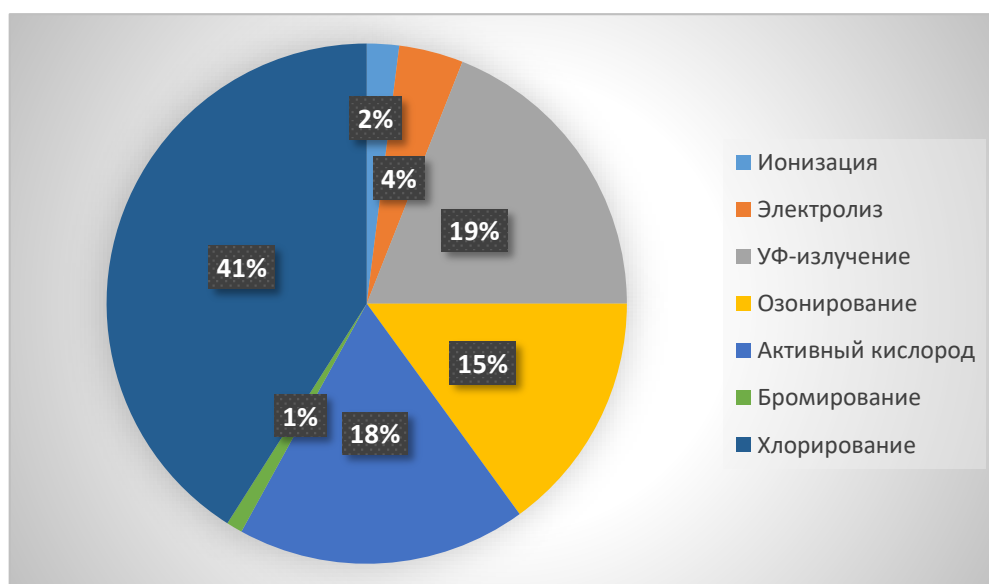


Рисунок 2.9 – Диаграмма применения обеззараживания в  
бассейнах г.о. Тольятти

По имеющимся данным, не глядя на явное количественное преимущество системы обеззараживания на базе хлорирования, за 2016 г. численность систем на базе озонирования и функционального кислорода набирает все огромную известность. Данная тенденция основана на удешевлении и повышении доступности предоставленного оснащения.

## **Выводы по 2 главе**

1. Для первичной обработки воды бассейнов требуются различные технологические решения механической очистки на фильтрах с использованием различных вариантов фильтрующих материалов.

2. Для последующей обработки воды требуются различные виды обеззараживания реагентные и безреагентные.

3. По результатам балльной оценки способы обеззараживания воды можно классифицировать: кислород активный, озонирование и ионизация, бромирование и УФ-излучение, хлорирование, солевой электролиз. Наиболее распространенными являются методы на базе хлорирования.

## **Глава 3 Разработка технологических решений водоочистки бассейнов**

### **3.1 Выбор технологической схемы водоподготовки**

Существует различные технологические схемы подготовки воды в бассейне. Основные из них:

- 1) Коагуляция-фильтрация-хлорирование.
- 2) Коагуляция-фильтрация-озонирование-сорбционная фильтрация-хлорирование.
- 3) Коагуляция-фильтрация-сорбционная фильтрация-хлорирование.
- 4) Коагуляция-фильтрация-УФ обработка-хлорирование.

Выбрана схема: Коагуляция-фильтрация-УФ обработка-хлорирование, так как данная схема не обладает недостатками схемы, основанной на 100% обеззараживании хлором (высокое содержание хлор-азотных соединений, вызывающих раздражение глаз и кожи, высокая производительность системы) и недостатком схемы озонирования: контроль за безопасностью жизнедеятельности пользователей бассейном.

Преимущества выбранной схемы:

- 1) Основной объем обеззараживания происходит без образования побочных продуктов (хлор-азотные соединения).
- 2) Нет раздражение кожного покрова, слизистой оболочки и глаз купающихся.
- 3) Нет неприятного запаха в помещении бассейна.
- 4) Концентрации хлора не превышает минимальных условий.
- 5) Надежное уничтожение бактерий.
- 6) Значительное снижение эксплуатационных расходов бассейна.

Циркуляция воды и применение фильтровальных установок – залог качественной работы любого бассейна. По способу забора воды различают скиммерные и переливные бассейны. В каждом из них отбор воды для очистки производится со дна и с верхней части. При этом забор со дна является

одинаковым для каждого из типов бассейна, а забор с поверхности несколько отличается (рис. 3.1).

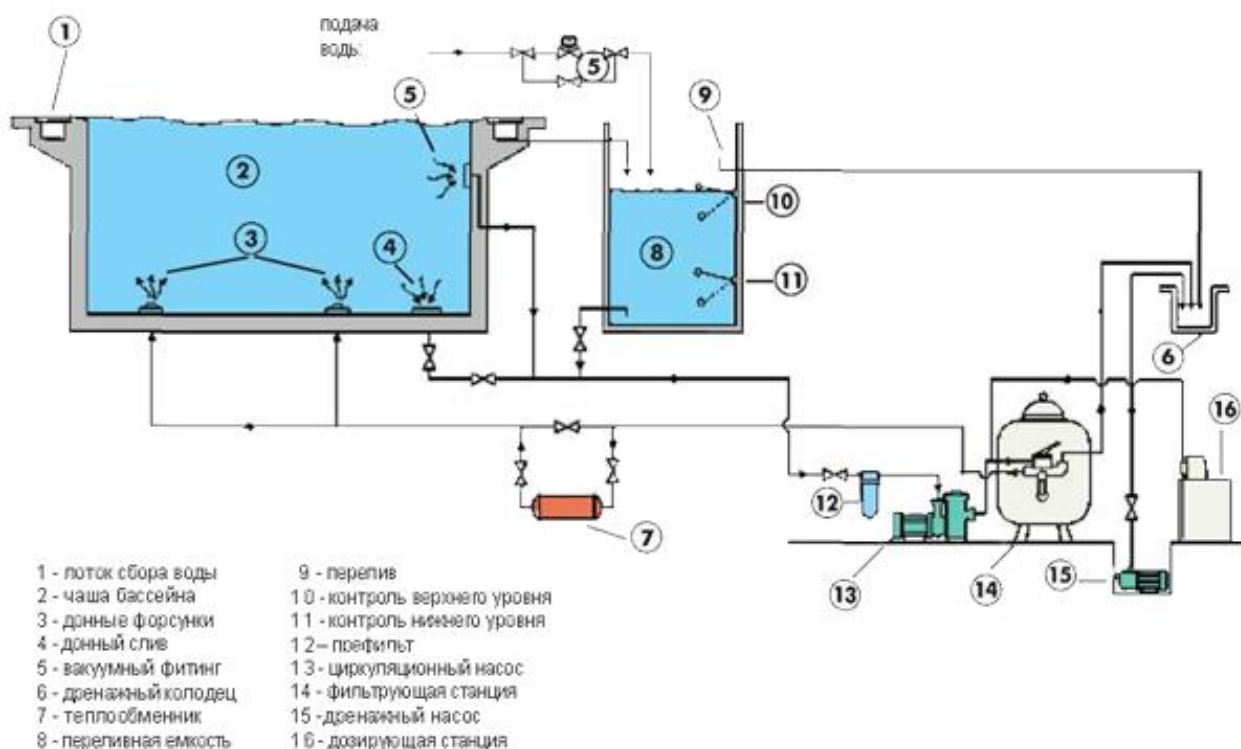


Рисунок 3.1 – Схема фильтрации воды в переливном бассейне

Выплескивающаяся за пределы чаши переливного бассейна вода попадает в специальные стоки, направляющие ее сначала в бак, а уже потом – на фильтрацию. Особенность бассейна состоит в том, что поверхность воды находится в одном уровне с бортиком. Львиная доля загрязнений изначально располагается в верхнем слое, поэтому в сток попадает самая грязная вода. При большом скоплении купающихся в бассейне достигается максимальное движение воды и обеспечивается ее интенсивное выплескивание за бортик вместе с львиной долей загрязнений (+) Если в бассейне нет движения, то отсутствует и поступление воды в сток. В связи с этим данная схема очистки идеально подходит для стационарных сооружений. Она не применима для бассейнов каркасного и надувного типов (рис. 3.2).



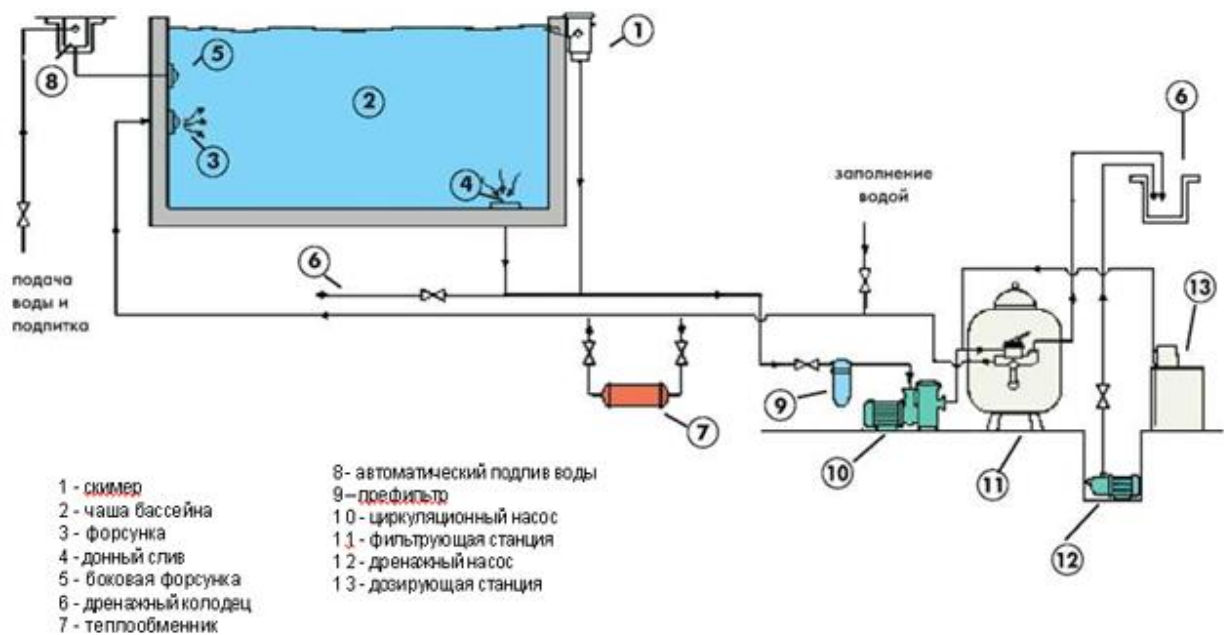


Рисунок 3.2 – Схема фильтрации воды в скиммерном бассейне

Всасывающие отверстия стационарных скиммерных бассейнов располагаются на верхней части стенок. В каркасных и надувных бассейнах скиммеры погружают на небольшую глубину, вешая непосредственно на бортик. Поверхность воды при таком способе забора располагается на 0,2-0,3 м ниже верха бортика. Основной недостаток такого отбора воды состоит в том, что из-за низкого расположения форсунок плохо удаляются поверхностные загрязнения. Заглубленное расположение всасывающих форсунок скиммерных бассейнов нередко становится причиной малоэффективного удаления поверхностных загрязнений, располагающихся на глади водного зеркала (+) Как бы эффективно не работали поверхностные очистители, часть загрязнений в любом случае выпадет на дно в виде осадка. Для удаления осевших загрязнений необходимо обеспечить отбор воды снизу и ее подачу на фильтр. Задача решается путем сооружения донных трапов, по которым вода транспортируется к фильтрующим устройствам. Количество водозаборных стеновых и донных отверстий зависит от объема воды в бассейне, степени загрязненности и интенсивности эксплуатации. При этом должно соблюдаться правило: с верхней части на фильтр подается 3

части воды, а с нижней – 1 часть. Донные отверстия выполняют еще одну важную функцию – обеспечивают полный или частичный слив воды. Данная процедура необходима для проведения дезинфекции, механической очистки стенок, проведения капитальных работ либо консервации бассейна.

**Принцип работы фильтрующей установки.** Отобранная через скиммеры и донные отверстия вода подается на фильтр грубой очистки, после этого под действием циркуляционного насоса перемещается для более тонкой очистки на фильтрующую станцию. Также система может иметь средство бактериальной очистки (озонатор, хлоргенератор и т.д.), устройство для подогрева воды. После прохождения всех стадий очищенная и подогретая вода подается в чашу бассейна (рис. 3.3).

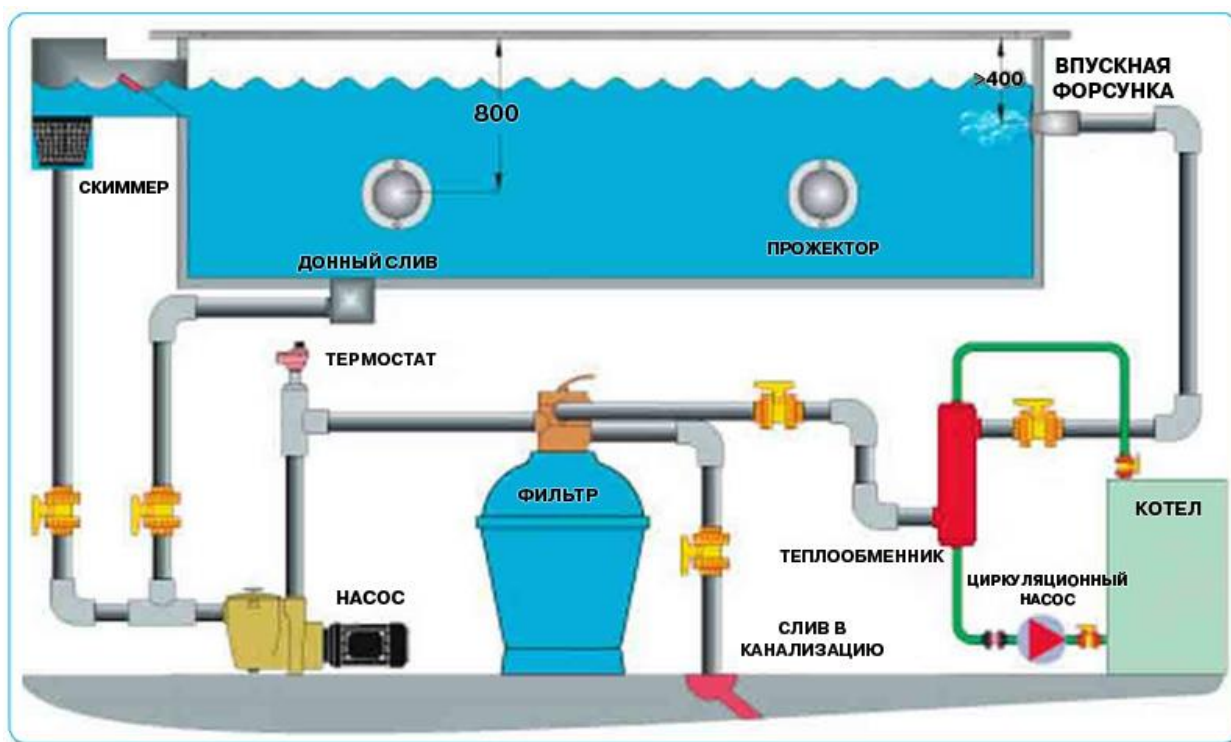


Рисунок 3.3 – Схема очистки бассейна с фильтрами

Фильтрация – отличный способ очистки воды от примесей, в связи с этим наличие качественной фильтрационной установки является неотъемлемой частью любого бассейна (+) Зона ввода очищенной воды определяется типом бассейна. В переливных разновидностях зоны впрыска расположены на дне, а в скиммерных – со стороны, противоположной расположению скиммеров.

Подобное размещение зон впрыска обеспечивает лучшую циркуляцию воды и ее равномерную очистку. Выбор фильтра для бассейна Главный критерий, которым нужно руководствоваться при выборе фильтра для бассейна – пропускная способность. Данная величина исчисляется литрами либо кубическими метрами воды, очищаемыми системой за час работы. С помощью современных фильтров для бассейнов можно отсеять даже микроскопические вкрапления, не говоря уже о крупных частицах. Степень очистки определяется скоростью фильтрации и типом применяемого фильтра. При меньшей скорости обеспечивается максимальная степень очистки воды. При этом должно соблюдаться основное правило: весь объем воды должен не менее трех раз пройти через фильтрационную установку. При выборе насоса необходимо ориентироваться на объем бассейна. При этом нужно учитывать, что увеличение скорости прохождения воды сквозь наполнитель приводит к падению качества очистки. Очевидно, что для мощного насоса нужно подбирать наполнитель с большой емкостью. Современные очистительные установки и фильтры продаются в комплекте, поэтому нет необходимости подбирать емкость к насосу или наоборот. Определить же производительность фильтра достаточно просто. Для этого общий объем воды в бассейне нужно умножить на 2,5 и поделить на 10. Для примера возьмем бассейн размером 10x4x2, который вмещает 80 тонн воды. Вычисляем:  $80 \times 2,5 / 10 = 20$  м.куб/час. Фильтрационную установку для бассейна следует подбирать, исходя из рассчитанной мощности. Типы фильтров для бассейна В зависимости от используемого для фильтрации материала различают следующие фильтры для бассейнов: Механические; Химические; Электрофизические; Комбинированные. Каждый из представленных фильтров может лишь частично решить задачу по очистке воды. Именно поэтому максимальной эффективностью обладают фильтрационные системы, состоящие из нескольких разнотипных фильтров. Механические фильтры для бассейна В роли фильтрующего элемента механических фильтров могут быть использованы следующие материалы: песок; тканая либо нетканая мембрана;

активированный уголь. Принцип действия механического фильтра достаточно прост – мембрана, слой угля либо песка, пропуская через себя воду, задерживают львиную долю загрязнений. На выходе получается очищенная вода, утратившая почти все примеси. Все фильтры для бассейнов, работающие по принципу механической очистки, можно классифицировать следующим образом: песочные; картриджные; диатомовые. Данный вариант очистки подходит для небольших бассейнов объемом до 10 куб.м. В больших бассейнах помимо механической очистки придется использовать и химическую. Песочные фильтры очистки. Фильтры с песочным наполнителем являются самыми доступными и простыми системами очистки (рис. 3.4, 3.5).

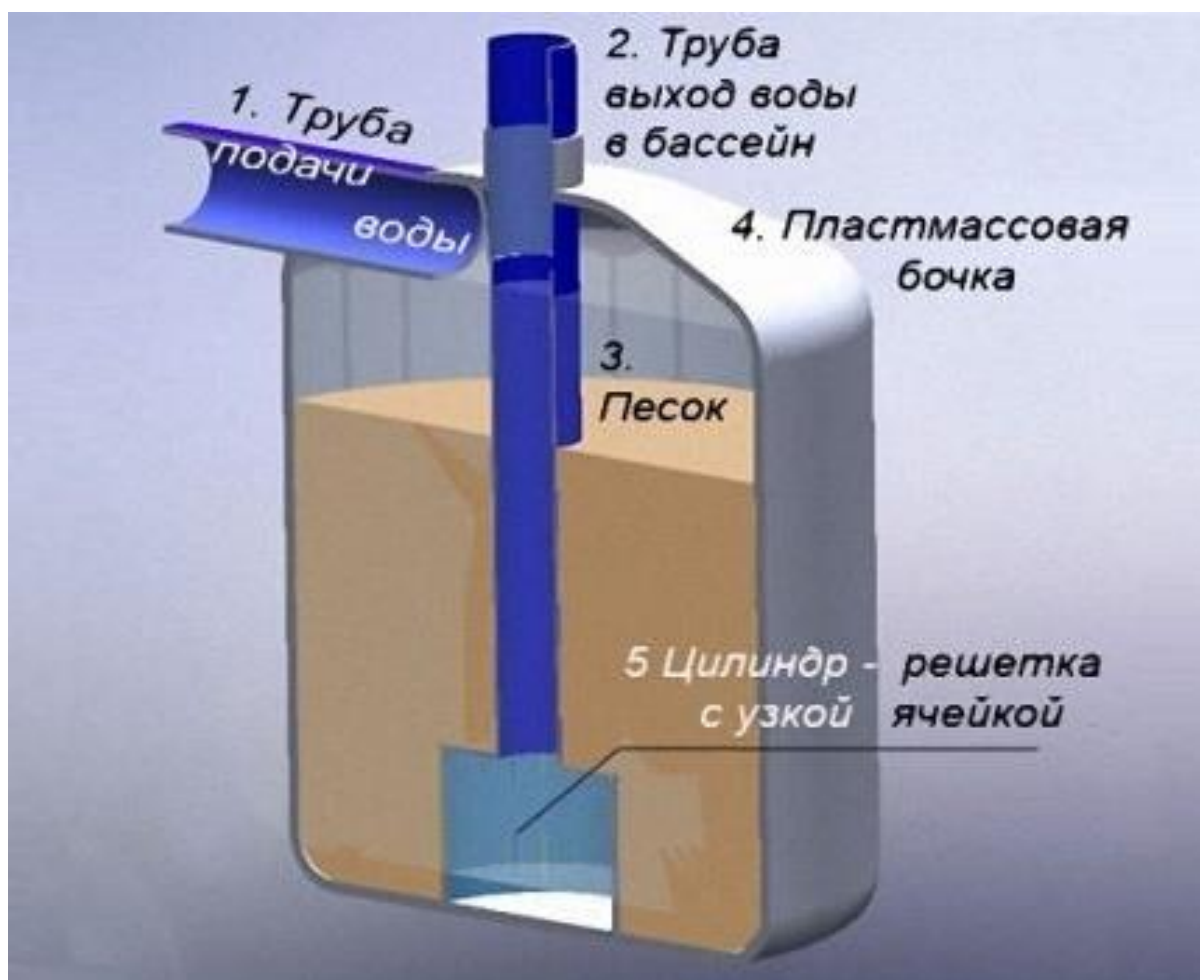


Рисунок 3.4 – Конструкция песочного фильтра

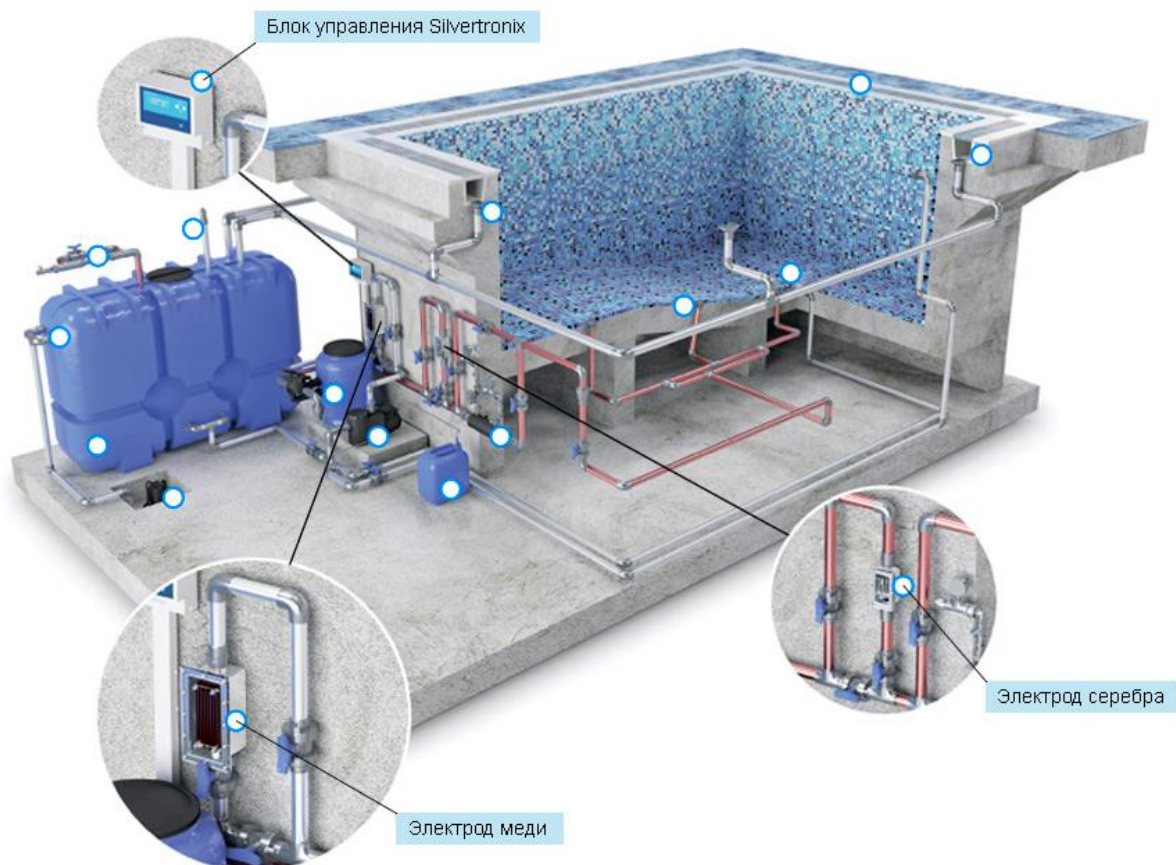


Рисунок 3.5 – Общий вид бассейна с обвязкой

Как правило, фильтр состоит из закрытой пластиковой емкости с двумя отверстиями, предназначенными для поступления и выхода воды. Чаще всего бак заполняется кварцевым песком, который и выполняет функцию фильтрующего материала. Песочные насосы-фильтры заводского производства применяются для очистки и рециркуляции очищенной воды в надувных и каркасных сборных бассейнах. Меняют песок в агрегате раз в пять лет. Органические примеси и минеральные соли легко задерживаются в фильтрующем слое кварцевого песка. То же самое происходит и с химическими соединениями, которые образуются в результате дезинфекции бассейна. Недостаток такого фильтра состоит в способности задерживать частицы, не превышающие размер в 20 микрон. Срок службы – не более 3 лет. Увеличить срок службы песочного фильтра до 5-6 лет и повысить степень очистки воды можно, заменив кварцевый песок стеклянным. Еще лучше зарекомендовала себя комбинированная засыпка с разнородным составом, в

которой последовательно располагаются чередующиеся слои щебня, гравия и песка. Песочный фильтр для бассейна прост в обслуживании, очистка производится промывкой при помощи обратного направленного насоса. От известковых отложений можно избавиться с помощью специальных средств, вводимых в фильтр на несколько часов при выключенном насосе. В завершении нужно провести стандартную процедуру промывки. Добиться более высокой степени очистки с помощью песчаного фильтра можно, устраивая последовательно располагающиеся слои гальки, щебня и песка. Дешевизна и простота обслуживания песочного фильтра делают его наиболее универсальным и широко используемым владельцами бассейнов. Однако есть у него и значительные недостатки – большой вес внушительные габариты.

### **3.2 Расчет основных параметров системы водоподготовки**

#### **Характеристики бассейна:**

Объем бассейна = 34,57 м<sup>3</sup>

Площадь зеркала воды = 23,47 м<sup>2</sup>

Глубина бассейна = 1,5м.

#### **Расчет потока рециркуляции:**

Согласно СанПин 2.1.2.1188-03 [21] время полного водообмена не должно быть более 6 часов. Фильтрационный (рециркуляционный поток) рассчитывается по формуле:

$$Q = V/t$$

где V – объем бассейна, t – рекомендуемое время полного водообмена.

$$Q = 34,57/6=5,76 \text{ м}^3/\text{час}.$$

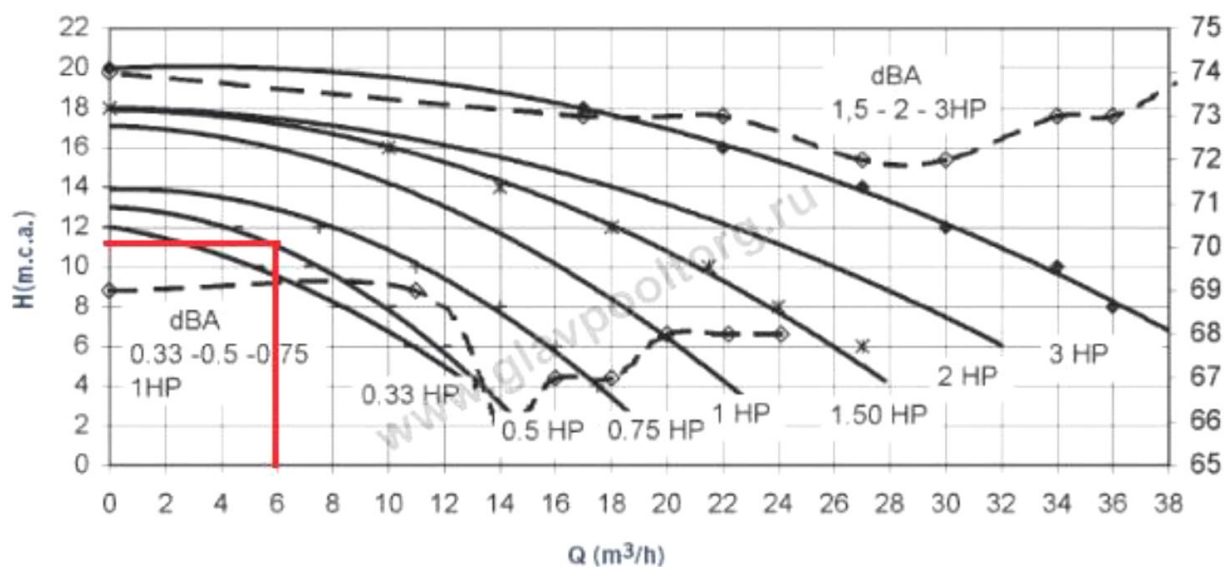
#### **Подбор рециркуляционных насосов:**

Выбираем насосы с предварительно-встроенным фильтром (волосяной фильтр). Насосы выбираются исходя из рабочей точки: Q=5,76 м<sup>3</sup>/час, H=10м.

Принимаем два параллельно установленных насоса, которые будут включаться поочередно с соблюдением одинакового времени наработки.



Насос Astral Victoria Plus ½ HP 220В 0,37 кВт при требуемом расходе даст 11 м избыточного давления:



### Расчет песчаных фильтров:

Согласно п 9.3.4.6 ГОСТ Р 53491.1-2009 [22]: производительность фильтровальной установки определяют в соответствии с циркуляционным расходом, площадь фильтрующей поверхности - исходя из заданных линейных скоростей фильтрования (сорбции) в зависимости от вида и назначения бассейна (см. таблицу 6).

Согласно таблице 6 в нашем случае: фильтры осветлительные, Скорость фильтрования, м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>), для бассейнов «остальных» составит  $\leq 30$ . тогда:

- $5,76 \text{ м}^3/\text{час} : 30 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2) = 0,192 \text{ м}^2$  (общая площадь фильтрации)
- При двух фильтрах, площадь каждого составит  $0,192/2=0,096 \text{ м}^2$
- $D$  каждого фильтра =  $2 \cdot \sqrt{(S/\pi)} = 0,35 \text{ м}$

Подбираем Фильтр песочный 6 м<sup>3</sup>/ч Emaux Orus (P400) с наполнителем песок кварцевый фракция 0,5-1,0 мм.

### Расчет объема воды для промывки одного фильтра:

Согласно п 9.3.5.2. ГОСТ Р 53491.1-2009 [23]: интенсивность промывки кварцевого песка фракции 0,5-1,0 мм составляет 15 л/(с·м<sup>2</sup>) (см. таблицу 5).

Общее время промывки для каждого фильтра примем 5 минут, тогда:

$$Q_{\text{промывки}} = 0,192 \text{ м}^2 \cdot 15 \text{ л/с} = 2,88 \text{ л/с} = 10,36 \text{ м}^3.$$

$$Q_{5\text{мин}} = 10,36 \cdot 5 / 60 = 0,85 \text{ м}^3/\text{час (на один фильтр)}$$

$$Q_{5\text{мин}} = 0,85 \cdot 2 = 1,7 \text{ м}^3/\text{час (на два фильтра)}.$$

### **Расчет объема балансного резервуара:**

Согласно п. 8.4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009 [24]: Полезный объем балансного резервуара  $V$  должен быть рассчитан на то, чтобы принимать избыточный перелив - воду, вытесненную посетителями  $V1$  и волнами  $V2$ , а также промывочную воду  $V3$ .

$$V = V1 + V2 + V3$$

$$\text{где } V1 = 0,075 \cdot (S_{\text{зеркала}} / S_{\text{зеркала на одного человека}}) = 0,075 \cdot 23,47 / 5 = 0,352 \text{ м}^3$$

$$V2 = (0,04 - 0,06) \cdot S_{\text{зеркала}} = 0,94 \text{ м}^3$$

$$V3 = 1,7 \text{ м}^3 \text{ (объем воды на промывку фильтров)}$$

$$V = 2,99 \text{ м}^3.$$

Принимаем железобетонный резервуар индивидуальной конструкции, с требуемым объемом.

### **Подбор УФ установки обеззараживания:**

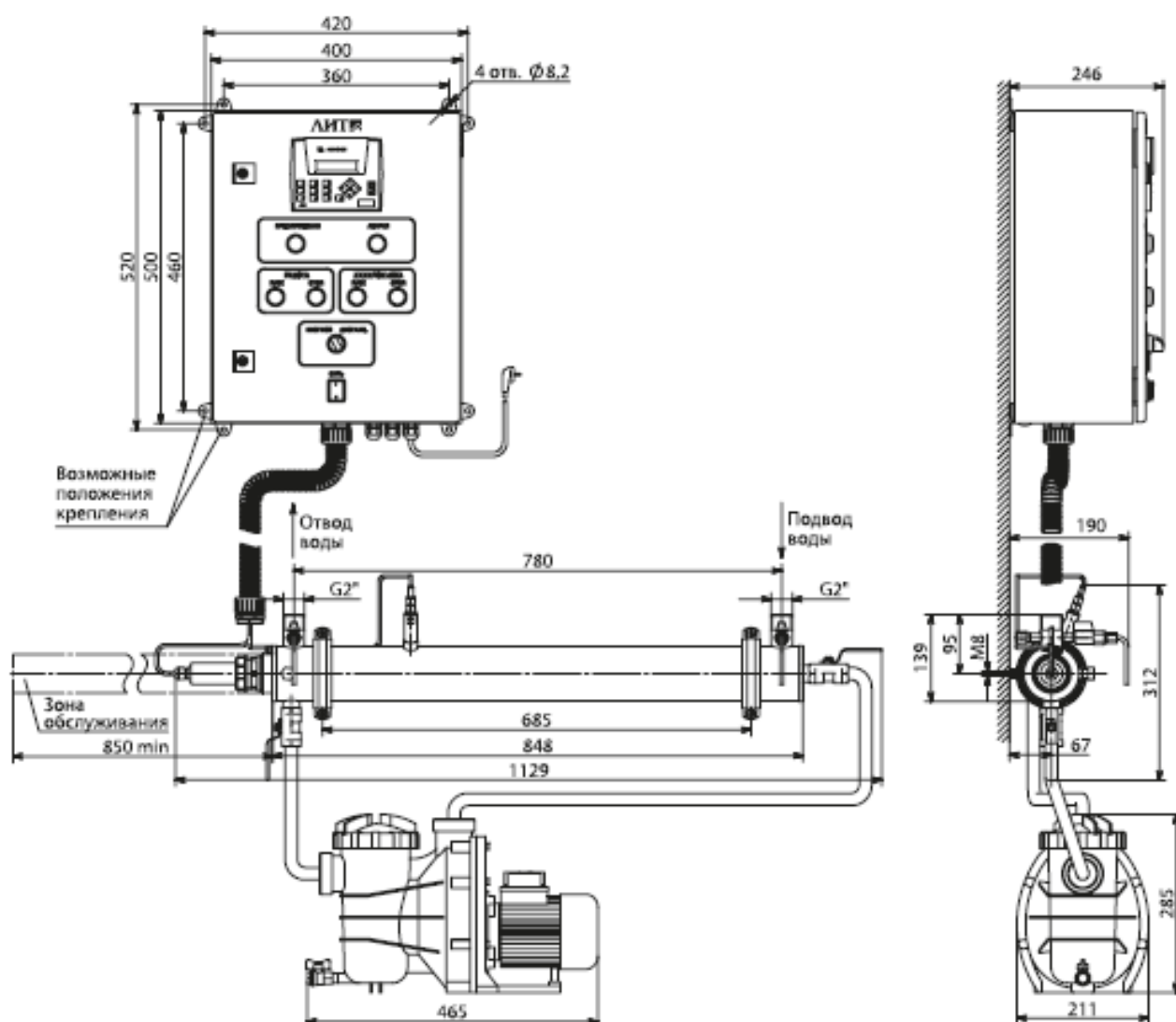
Согласно п. 4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009[25]: Современная технология водоподготовки бассейнов должна включать в себя дезинфекцию - способом хлорирования в сочетании, как правило, с озонированием или обеззараживанием ультрафиолетовым (УФ) излучением.

Согласно п. 4.2 МУ 2.1.2.694-98 «Использование ультрафиолетового излучения при обеззараживании воды плавательных бассейнов» [26] - для эффективного обеззараживания воды плавательных бассейнов УФ-установки должны обеспечивать эффективную дозу облучения не менее 16 мДж/см<sup>2</sup> (СанПиН 2.1.2.568-96 [27]). Указанная доза достаточна для достижения требуемой степени обеззараживания воды в отношении возбудителей инфекционных заболеваний, передаваемых водным путем.

Принимаем УФ установку ЛИТ DUV-1-87-N MST. Которая обеспечивает производительность порядка 25 мДж/см<sup>2</sup> (рис. 3.6).



## DUV-1-87-N MST



### Комплектующие

Наименование	ЛИТ номер
Ультрафиолетовая лампа	GHO36T5L
Кварцевый чехол с уплотнением + комплект уплотнительных колец	ЛИТ НР276.01.000 + ЛИТ НР295.00.000
Электронный пускорегулирующий аппарат	L-220-1x75-2201-07 UV G75T8
Ультрафиолетовый датчик	IS-5
Блок промывки	ЛИТ НР215.00.000
Комплект уплотнительных колец на один лампоузел	ЛИТ НР295.00.000

Рисунок 3.6 – УФ установка ЛИТ DUV-1-87-N MST

П. 9.6.4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009 [28]: Установку УФ-обеззараживания монтируют в системе водоподготовки бассейна после этапа фильтрования, перед теплообменниками

### **Расчет мощности теплообменника:**

Так как чашка бассейна достаточно утеплена, мощность теплообменника вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{тепл}} = (V \cdot \Delta t \cdot C) / T_{\text{нагр}} + Z \cdot mA, \text{ кВт}$$

где  $V$  – Объем воды в бассейне  $34,57 \text{ м}^3$ .

$\Delta t$  – разность температур воды (необходимая температура-подаваемая из системы водоснабжения)  $30\text{С}-10\text{С}$

$C$  – удельная теплоемкость воды  $1,163 \text{ Вт/м}^3 \text{ С}$

$T_{\text{нагр}}$  – время первичного нагрева бассейна (48 часов)

$Z$  –  $180 \text{ Вт/м}^2$  потери тепла в час.

$A$  –  $23,47 \text{ м}^2$ . Площадь зеркала воды.

$$Q_{\text{тепл}} = 34,57 \cdot 20 \cdot 1,163 / 48 + 0,18 \cdot 23,47 = 20,97 \text{ кВт.}$$

Расход нагреваемого контура в теплообменнике составит  $6 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Примем в схему теплообменник: Теплообменник 28 кВт Pahlen HI-FLOW

Диаметры подключения: Бойлер  $3/4''$  НР / Бассейн  $1\ 1/2''$  ВР (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Теплообменник 28 кВт Pahlen HI-FLOW

### **Коррекция рН и дозирование дезинфицирующего раствора:**

В данной схеме водоподготовки дезинфицирующий раствор является консервантом. Его концентрация не должна превышать минимально допустимые значения. (см п 9.6.2 ГОСТ Р 53491.1-2009 [29]). При использовании УФ обеззараживания примем концентрацию остаточного хлора  $0,1-0,3 \text{ мг/л}$ . ( $0,001 \text{ г/л}$ ).

Примем в качестве дезинфицирующего раствора Хлор жидкий BWTBENAMIN Chlorin flussig. Состав: гипохлорит натрия, стабилизатор (содержание активного хлора – не менее 130 г/л).

Расход дезинфицирующего раствора рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{дез}} = (Q_{\text{цирк}} \cdot C_{\text{дез}} \cdot 100) / L_{\text{дез}}$$

где:

$Q_{\text{дез}}$  – Расход дезинфицирующего раствора л/ч

$Q_{\text{цирк}}$  – фильтрационный поток 5,76 м<sup>3</sup>/ч

$C_{\text{дез}}$  – необходимая концентрация для закрытых бассейнов (0,001 г/л)

$L_{\text{дез}}$  – содержание активного хлора в товарном продукте 130 г/л.

$$Q_{\text{дез}} = 5,76 \cdot 0,001 \cdot 100 / 130 = 0,0044 \text{ л/ч (4,4 мл/ч)}$$

Коррекция рН необходима для наиболее продуктивного взаимодействия хлора с загрязняющими веществами. Необходимые значения составляют 7,2-7,6.

Расход ркорректора примем в 2-3 раза больше  $Q_{\text{дез}}$ . Он составит 13,2 мл/ч. В зависимости от состава воды рН воды производится корректором

BENAMIN рН-minus flussig , а повышение BENAMIN рН - plus flussig .

Ввод растворов в воду производится при помощи станции Seko Pool Basic Pro PH/Cl, 1.5 л/ч (рис. 3.8).



Рисунок 3.9 – станции Seko Pool Basic Pro PH/Cl

Согласно п 5.3.2. СанПин 2.1.2.1188-03[30]: отбор проб воды на анализ производится не менее чем в 2-х точках: поверхностный слой толщиной 0,5-1,0 см и на глубине 25-30 см от поверхности зеркала воды.

### **Гидравлический расчет безнапорного трубопровода участка «переливной лоток – балансный резервуар»:**

Проектом предусмотрено 4 слива воды из лотка в безнапорный трубопровод. Каждый слив должен пропускать четверть общего циркуляционного расхода водоподготовки =  $5,76 / 4 = 1,44 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Три слива подключены последовательно, один параллельно. Расходы на последовательных участках суммируются. Диаметры и уклоны трубопровода производятся согласно таблицам Лукиных.

Участок 1-2: D50,  $i=0.02$ ,  $V=0,52 \text{ м/с}$ ,  $h/d=0,45$ ,  $Q=0,42\text{л/с}$

Участок 2-3: D75,  $i=0.02$ ,  $V=0,61 \text{ м/с}$ ,  $h/d=0,35$ ,  $Q=0,84\text{л/с}$

Участок 3-5: D75,  $i=0.02$ ,  $V=0,69 \text{ м/с}$ ,  $h/d=0,45$ ,  $Q=1,26\text{л/с}$

Участок 4-5: D50,  $i=0.02$ ,  $V=0,52 \text{ м/с}$ ,  $h/d=0,45$ ,  $Q=0,42\text{л/с}$

Участок 5-БР: D100,  $i=0.016$ ,  $V=0,66 \text{ м/с}$ ,  $h/d=0,35$ ,  $Q=1.68\text{л/с}$

### **Противоток Jet Swim 2000:**

Центр корпуса противотока должен находиться на 170 мм ниже уровня воды.

### **3.3 Ультрафильтрационные технологии очистки воды бассейнов**

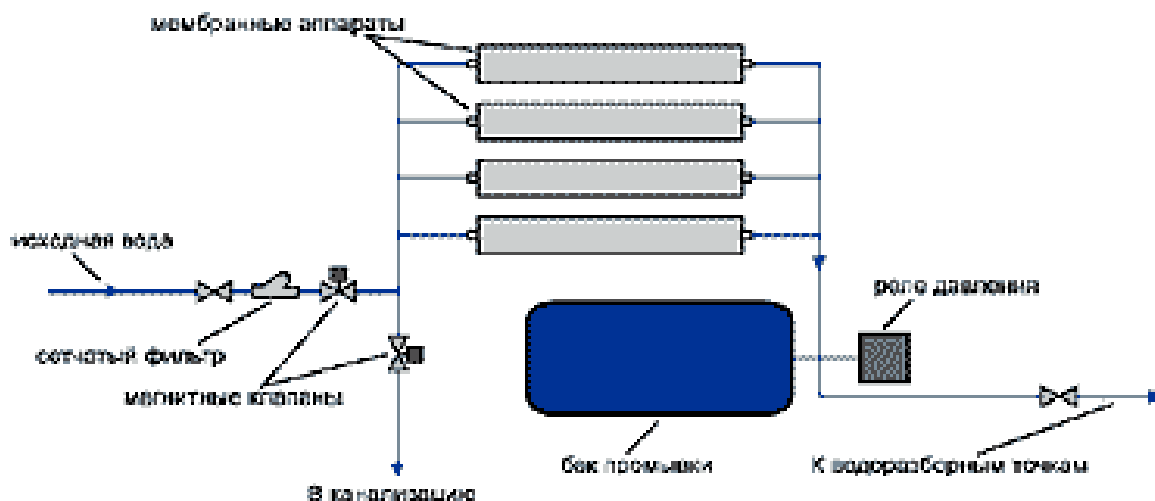
Для небольших бассейнов возможно применение ультрафильтрационных мембранных аппаратов серии Таунхаус UF ультрафильтрация.

Данные установки обладают следующими преимуществами:

- Непрерывный режим работы;
- Автоматизированный режим промывки;
- Капиллярные УФ мембраны;
- Сменные мембранные картриджи;
- Бактерицидная обработка;

- Удаление коллоидных частиц и органических загрязнений;
- Компактность;
- Гибкая система компоновки;
- Простота монтажа.

Общий вид и компоновка установки представлены на рисунке 3.10.



**Схема мембранной системы улучшения качества водопроводной воды**



Рисунок 3.10 – Ультрафильтрационный мембранный аппарат серии Таунхаус UF  
ультрафильтрация

Ультрафильтрация является процессами мембранного разделения, а также фракционирования и концентрирования растворов. Процесс осуществляется за счет разности давлений (до и после мембраны) растворов высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений (рис. 3.11).

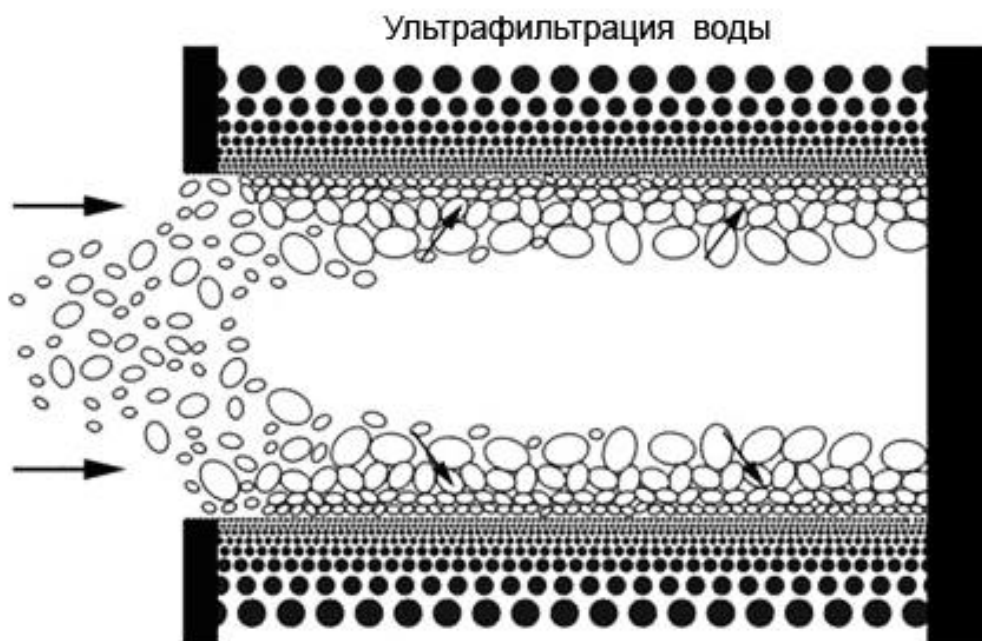


Рисунок 3.11 – Принципиальная схема работы ультрафильтрационной мембраны

По принципу работы ультрафильтрация аналогична системе обратного осмоса, однако первый метод используют для разделения систем, где молекулярная масса растворенных компонентов намного больше молекулярной массы растворителя.

В состав ультрафильтрационных мембран входят прочные волокна, устойчивые к воздействию дозируемых окислителей и коагулянтов, делающих их незаменимыми при обработке воды бассейнов.

Чем крупнее объект, тем ниже его себестоимость.

Ультрафильтрация воды по сравнению с другими технологиями имеет массу преимуществ:

- Для эффективной ультрафильтрации достаточно невысокого давления в 1-2 атм.

- Занимаемая площадь на 30% меньше по сравнению с альтернативными системами фильтров аналогичной производственной мощности. За счет этого снижаются капитальные затраты на строительство и обустройство помещения для размещения нового оборудования.

- Энергосбережение.

- Установки ультрафильтрации воды просты в обслуживании, в процессе фильтрации расходуется незначительное количество химических реагентов, что обуславливает низкую себестоимость отфильтрованной воды высокого качества.

- Стоимость единицы объема обработанной фильтрами-осветлителями воды определяется в зависимости от качества исходной воды и производительной мощности установки ультрафильтрации.

Общий вид установки UF для бассейна среднего объема представлен на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Общий вид установки UF для бассейна среднего объема

Применение ультрафильтрационных установок позволяет снизить бактериальное загрязнение, понизить концентрации органических коллоидных веществ. Промываются мембраны обычным обратным током воды по принципу напорных фильтров. Мембраны достаточно устойчивы к содержанию в воде хлора и хлорных соединений. Периодически мембраны требуют замены и ревизии. Одним из основных достоинств данных установок можно назвать их компактность и возможность их размещения в условиях тесных подвальных помещений. Для работы ультрафильтрационных мембран требуется достаточно низкое давление. Подобное оборудование может быть использовано для целей водоподготовки на хозяйственно-питьевые нужды даже на воде из поверхностного источника. Они достаточно универсальны и могут использоваться как самостоятельное устройство водоподготовки, так и состоять в составе более сложных систем очистки воды, в том числе перед обратным осмосом как модуль предварительной очистки.



# Пример проекта на бассейн

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта ВП

N п.п.	Наименование	Примечание
1	Общие данные.	лист 1
2	Гидравлическая схема водоподготовки	лист 2
3	План	лист 3
4	Разрез Р1	лист 4
5	Разрез Р2	лист 5
6	Схема В4	лист 6
7	Визуализация блока водоподготовки	лист 7
8	Схема В6, В7, В8, В10	лист 8
9	Схема К2, В1, Рн/С1	лист 9
10	Вид N1	лист 10
11	Вид N2	лист 11
12	Однолинейная схема электрического щита	лист 12
13	Спецификация оборудования	л. 13-18
Дополнительно		
14	Пояснительная записка на 12 листах	

Ведомость основных комплектов рабочих чертежей

Обозначение	Наименование	Примечание
01.04-2016-ВК	Водоподготовка бассейна	

Основные показатели. Бассейн

Наименование системы	Потребный напор на входе	Расчетный расход		Примечание
		м³/сут	л/сек	
Водопровод В1	10	7,6	0,32	подпитка
Оборот В4	10	-	5,76	оборотная
При промывке	10	-	1,7	в канализацию

### Общие указания

Документация разработана на основании технического задания и архитектурно-строительных чертежей. Рабочая документация разработана на основании нормативных документов: - СНиП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство. - ГОСТ 21.01-79 Система проектной документации на строительство «Водопровод и канализация» Рабочие чертежи. При проектировании использованы стандарты Германии по DIN 19000, 19618, 19643, а также каталоги сертифицированного в Российской Федерации оборудования для плавательных бассейнов.

Технологическое водоснабжение ванны запроектировано по рециркуляционной схеме замкнутого контура, фильтрованием, самобессточением и эффективным распределением осветленной воды по объему ванны. Согласно принятой схеме вода поступающая на обработку, забирается с переливного лотка и донного слива, проходит через фильтры грубой очистки и насосами подается на механические фильтры, где проходит тонкую очистку. А также UV обеззараживание, корректировку Ph и Cl.

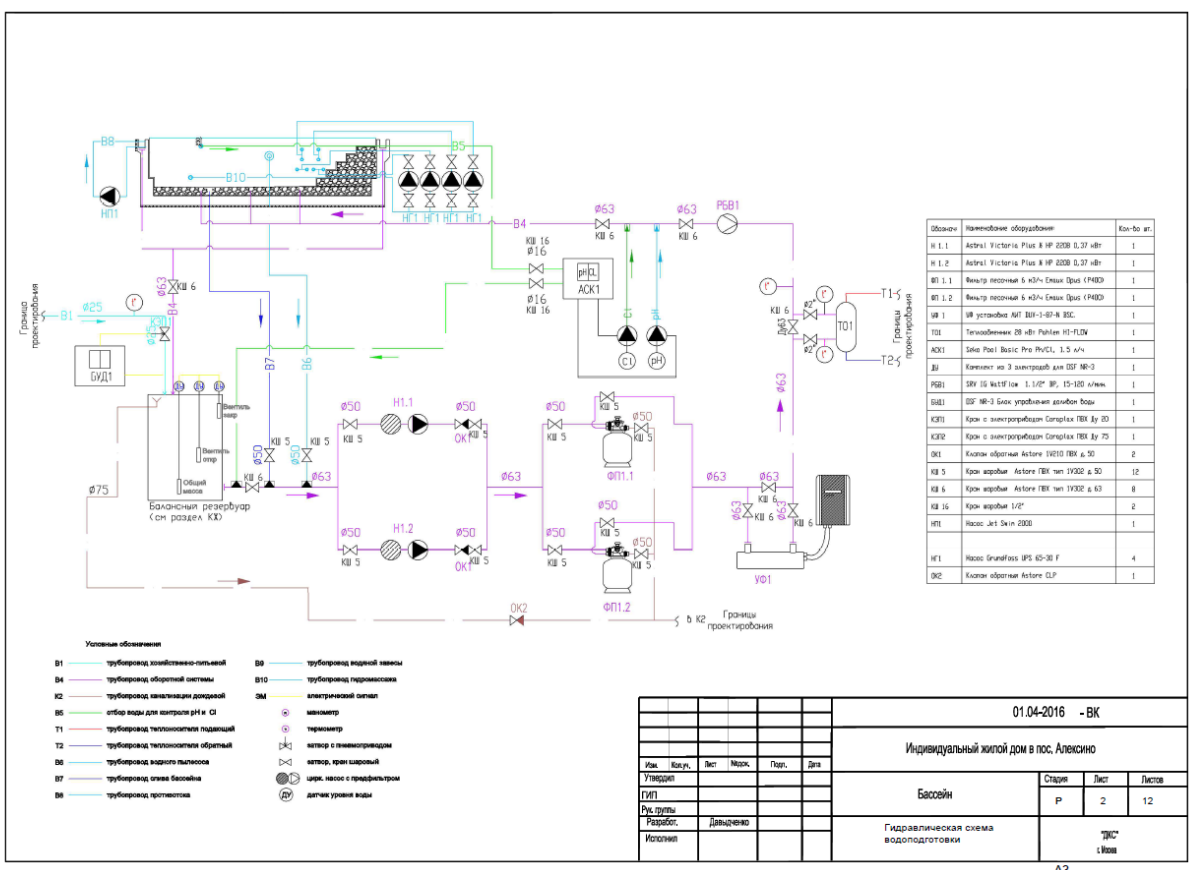
Полностью очищенная вода по системе распределительных форсунок поступает в ванну. Качество воды, подаваемой в ванну, соответствует требованиям лечебно-оздоровительного процесса применяемых процедур.

Технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.  
Главный инженер проекта \_\_\_\_\_

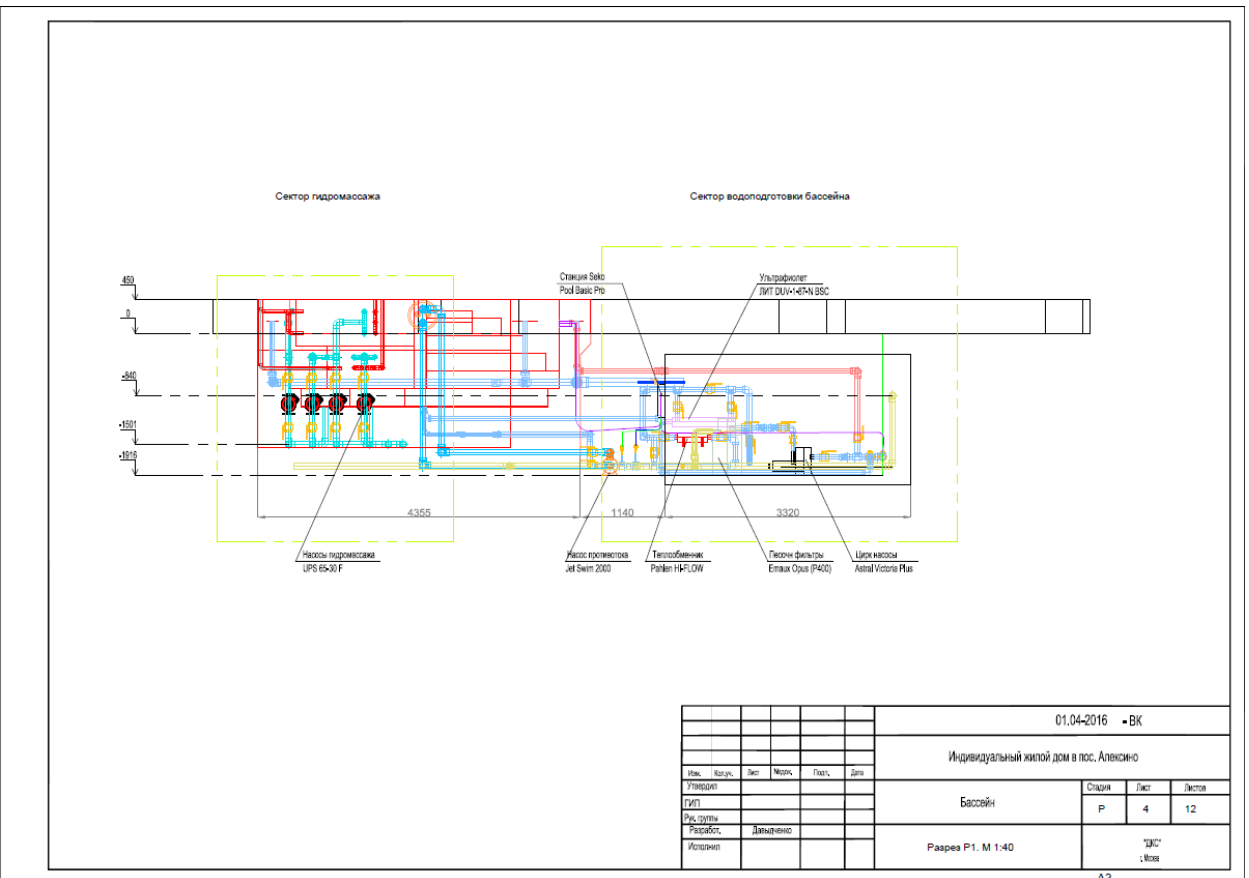
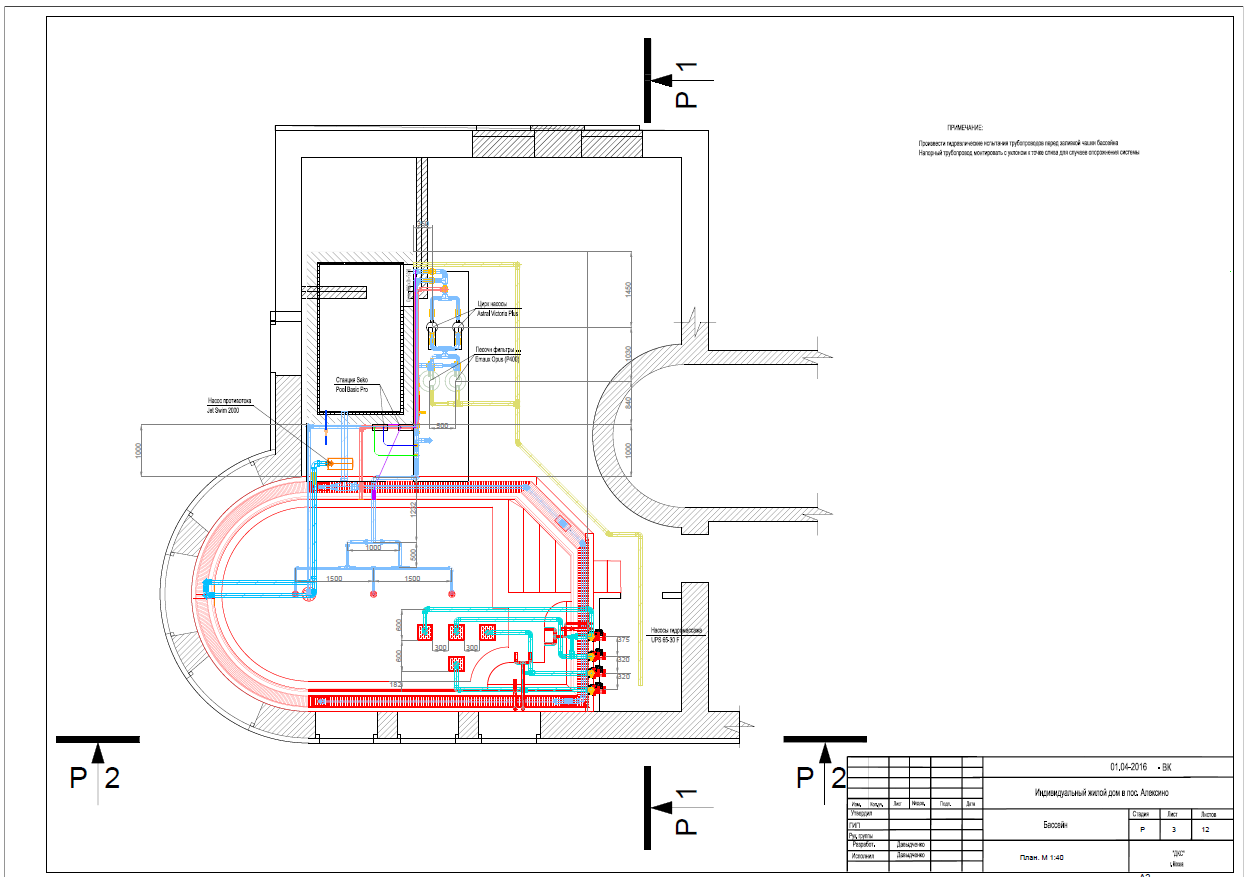
Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначения	Наименование	Примечание
ГОСТ Р 53491.1 - 2009	Бассейны. Подготовка воды.	
ГОСТ Р 53491.2 - 2009	Часть 2. Общие требования.	
СП 31-113-2004	Бассейны для плавания	
СНиП 2.04.01-85	Внутренний водопровод и канализация зданий	
СанПиН 2.1.2.1189-03	Гигиенические требования к устройству и качеству воды плавательных бассейнов	
	Проектирование бассейнов	
	Справочное пособие к СНиП	

01.04-2016 - ВК					
Индивидуальный жилой дом в пос. Алексеево					
Иск.	Конт.	Лист	Макс.	Паг.	Дата
Утвердил					
Ген.пр.					
Руководит. работ.					
Исполнит.					
					Страна
					Лист
					Листов
					Р
					1
					12
Общие данные					ДКС
					1 лист



01.04-2016 - ВК					
Индивидуальный жилой дом в пос. Алексеево					
Иск.	Конт.	Лист	Макс.	Паг.	Дата
Утвердил					
Ген.пр.					
Руководит. работ.					
Исполнит.					
					Страна
					Лист
					Листов
					Р
					2
					12
Гидравлическая схема водоподготовки					ДКС
					1 лист



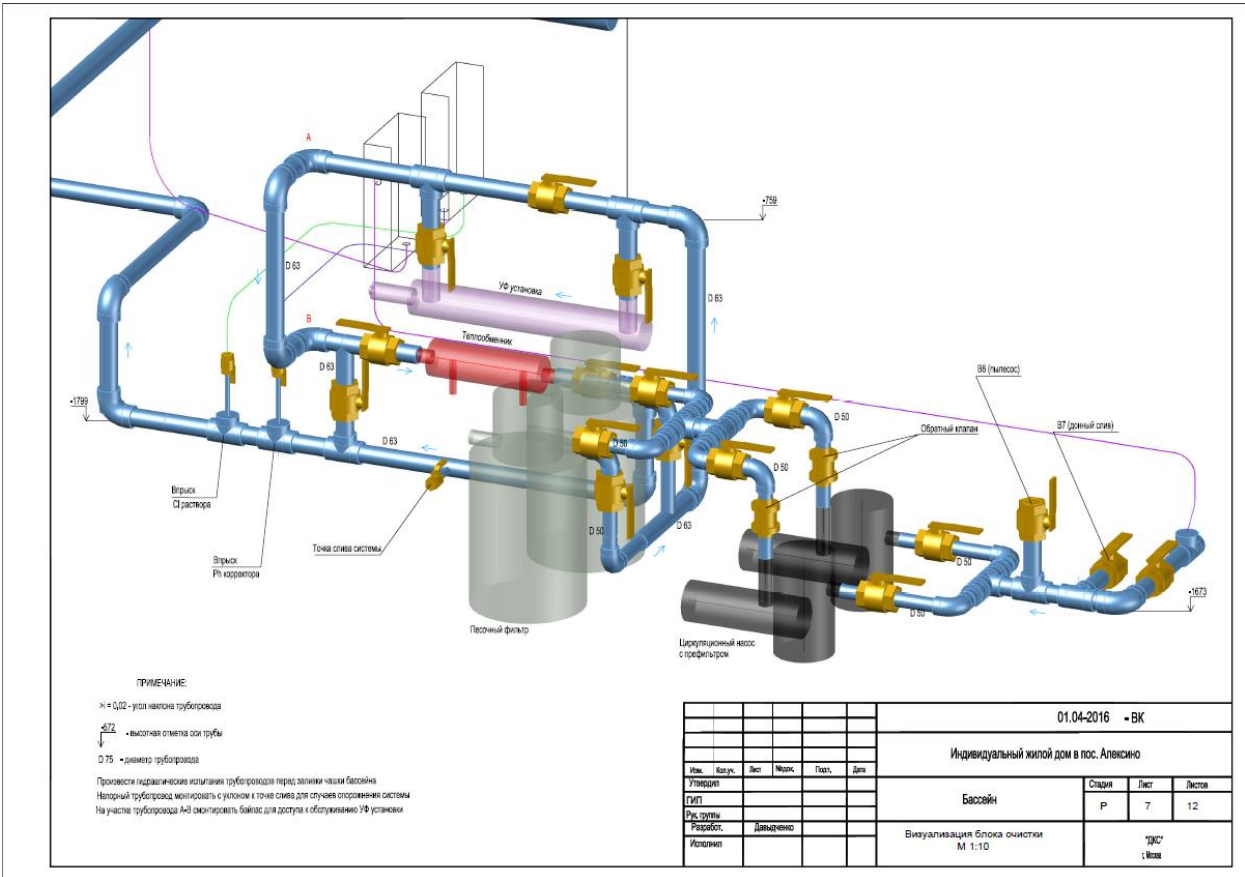
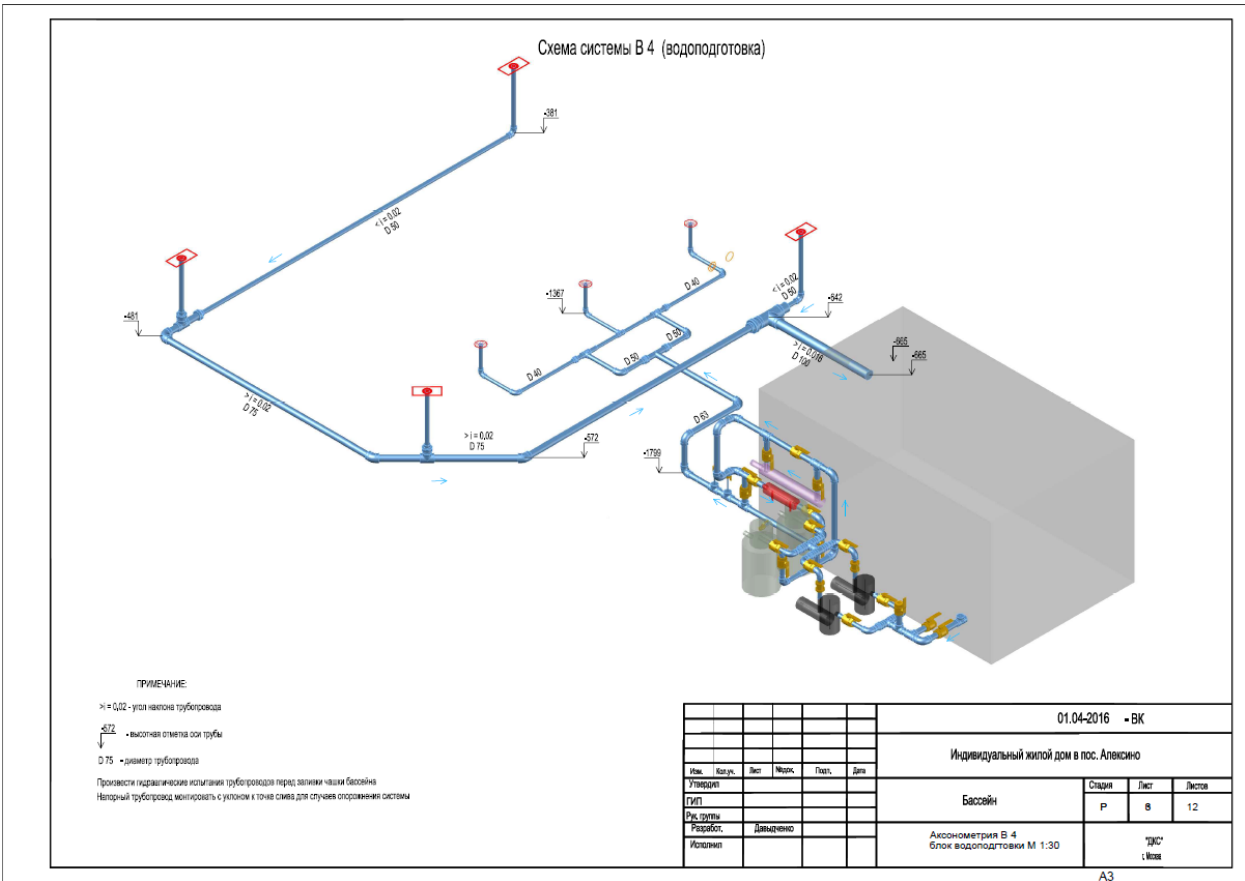
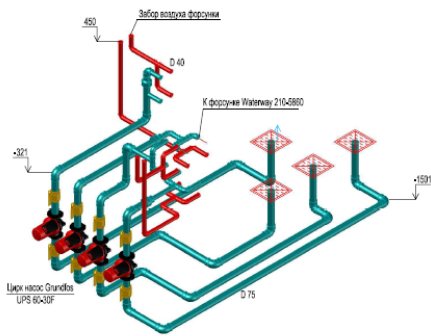


Схема системы В10 (гидромассаж)



ПРИМЕЧАНИЕ:

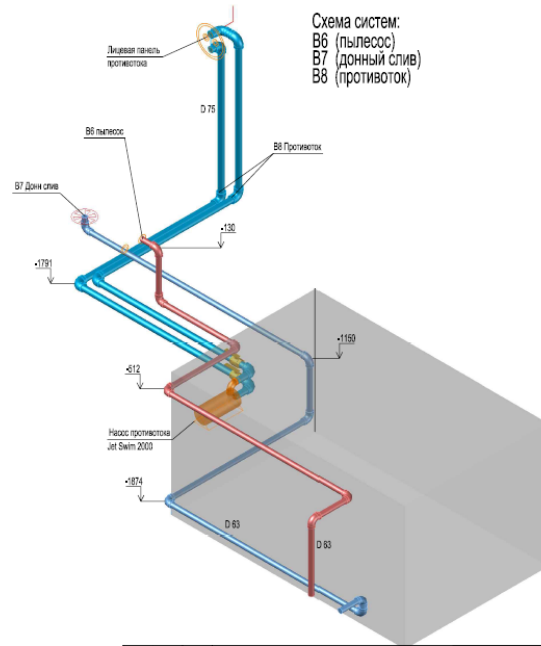
$\times i = 0,02$  - угол наклона трубопровода

$\downarrow -572$  - высокая отметка оси трубы

D 75 - диаметр трубопровода

Провести гидравлические испытания трубопровода перед заливкой чаши бассейна.  
 Натяжной трубопровод монтировать с уклоном к точке слива для случая опорожнения системы.  
 Давление в трубах и углы прогиба контролировать в соответствии с инструкцией.

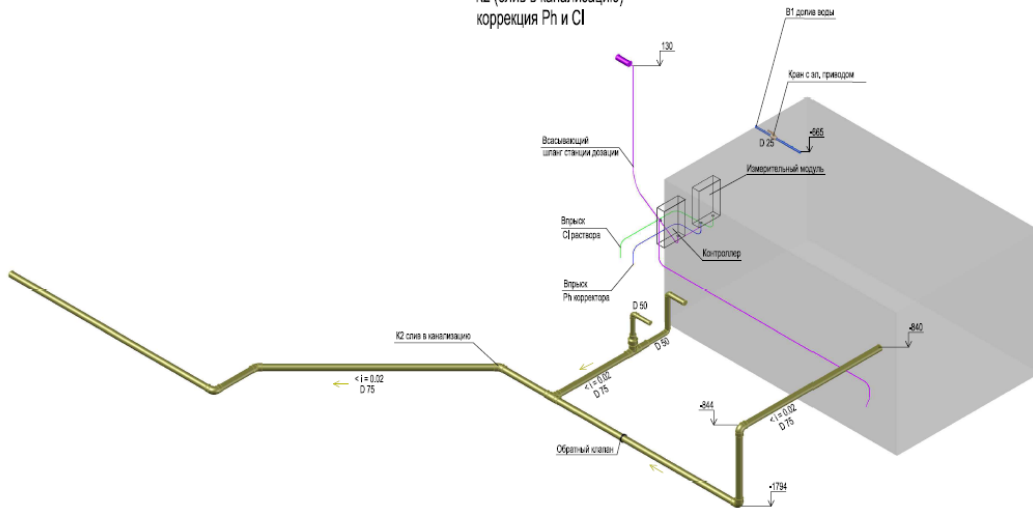
Схема систем:  
 В6 (пылесос)  
 В7 (донный слив)  
 В8 (противоток)



						01.04-2016 - ВК			
						Индивидуальный жилой дом в пос. Алексиево			
Имя	Колуч.	Лист	Масшт.	План.	Дата	Бассейн	Страна	Лист	Листов
Утвердил							Р	8	12
Рис. группы						Аксонометрия В6, В7, В8, В10 М 1:30	"ДС" Ижевск		
Разработ.	Давыденко								
Исполнил									

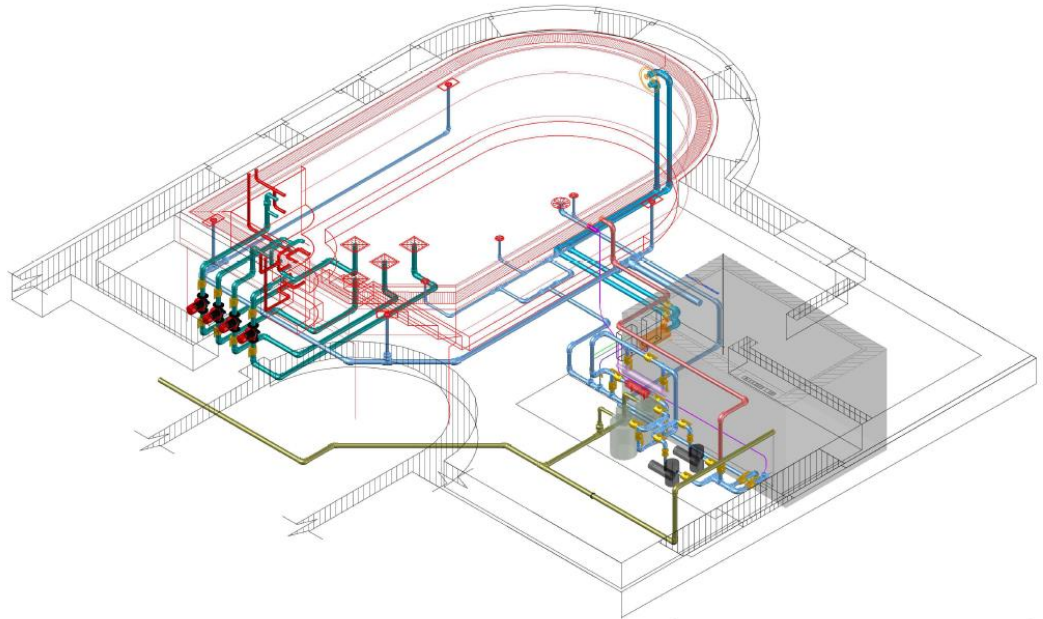
A3

Схема систем  
 В1 (долив воды)  
 К2 (слив в канализацию)  
 коррекция Ph и Cl



						01.04-2016 - ВК			
						Индивидуальный жилой дом в пос. Алексиево			
Имя	Колуч.	Лист	Масшт.	План.	Дата	Бассейн	Страна	Лист	Листов
Утвердил							Р	8	12
Рис. группы						Аксонометрия В1 и К2, Ph-Cl анализа М 1:30	"ДС" Ижевск		
Разработ.	Давыденко								
Исполнил									

A3



						01.04-2016 - ВК		
						Индивидуальный жилой дом в пос. Алескино		
Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Страна	Лист	Листов
Тип	Тип	Тип	Тип	Тип	Тип	Россия	Р	12 / 12
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Выполнитель М 1:50	"ИЭС"	
						АЭ		

Ввод	ЩР Водоподготовки P кВт = 6,33 I A = 28,78												
Шины	L1 PE												
Автоматические выключатели / ном.А	SF1 / 6A	SF1 / 6A	SF1 / 6A	SF1 / 6A	SF2 / 1A	SF2 / 1A	SF3 / 20A	SF4 / 2A	SF4 / 2A	SF4 / 2A	SF4 / 2A	SF2 / 1A	SF5 / 3A
Реле времени (таймер)	KT	KT											
Марка провод, количество и сечение жил, способ прокладки	ВВГнг-LS 3*1,5мм <sup>2</sup> в коробах в кабельных лотках по периметру в алюминиевых коробах, в подвесном исполнении												
N поз													
P кВт	0,37	0,37	0,175	0,02	4	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,075	0,6	
I A	1,68	1,68	0,52	0,14	18,18	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,668	2,72	
Наименование потребителя	Циркуляционный насос Актил Виста P10 0,37 кВт	Циркуляционный насос Актил Виста P10 0,37 кВт	УФ грелка Акт ДУН-1-87-М ВЭС 0,175 кВт	Специал. Авария. Sivo P10 Basic P10 P10/2 0,02 кВт	Насос трансформации Акт Sivo 2000 4 кВт	Циркуляционный насос Grundfos UPS 65-30 F 0,21 кВт	Циркуляционный насос Grundfos UPS 65-30 F 0,21 кВт	Циркуляционный насос Grundfos UPS 65-30 F 0,21 кВт	Циркуляционный насос Grundfos UPS 65-30 F 0,21 кВт	Циркуляционный насос Grundfos UPS 65-30 F 0,21 кВт	Блок контроля влажности OSE M6-3 0,075 кВт	Специальный OSE M6-3 0,6 кВт/1 шт	

						01.04-2016 - ВК		
						Индивидуальный жилой дом в пос. Алескино		
Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Услов.	Страна	Лист	Листов
Тип	Тип	Тип	Тип	Тип	Тип	Россия	Р	12 / 12
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Выполнитель М 1:50	"ИЭС"	
						АЭ		

### 3.4 Дозировка основных химреактивов

Дезальгин Дезальгин джет	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
1-я дозировка (мл) Закрытый или открытый бассейн	300	450	600	750	900	1050	1350
Последующие дозировки (мл в неделю)	60	90	120	150	180	210	270
Закрытый бассейн	100	150	200	250	300	350	450
Открытый бассейн							

ВариТаб	до 30 куб.м	от 30 куб.м
Первая дозировка (табл.)	2	4
Последующие дозировки (табл.) 1 раз в 10-14 дней,	1	2

Хлориклар	до 10 куб.м	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
1-я дозировка и еженедельные последующие дозировки, табл.	3	6	9	12	15	18	21	27
Мутная вода/заросший бассейн (табл.)	10	20	30	40	50	60	70	90

Хлорилонг 250	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
Первая дозировка Хлориклар таб.	4	6	8	10	12	14	18
Последующие дозировки Хлорилонг таб.	1	1	2	2	2	3	3

Хлорификс	до 10 куб.м	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
1-я дозировка и еженедельные последующие дозировки, г	50	100	150	200	250	300	350	450
Мутная вода/заросший бассейн, г	200	400	600	800	1000	1200	1400	1800

Количество добавки в граммах (г), для достижения идеального значения pH 7,2 на м<sup>3</sup> объема бассейна

<b>РН-минус</b> Измеренное значение до добавки	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
7,6	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	2400	2800	3200	3600
7,7	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3500	4000	4500
7,8	900	1200	1500	1800	2100	2400	3000	3600	4200	4800	5400
7,9	1050	1400	1750	2100	2450	2800	3500	4200	4900	5600	6300
8,0	1200	1600	2000	2400	2800	3500	4200	4900	5600	6400	7200
8,1	1350	1800	2250	2700	3150	3600	4500	5400	6300	7200	8100
8,2	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000

Количество добавки в граммах (г), для достижения идеального значения рН 7,2 на м<sup>3</sup> объёма бассейна

<b>РН-плюс</b> измеренное значение до добавки	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
6,5	1,050	1,400	1,750	2,100	2,450	2,800	3,500	4,200	4,900	5,500	6,300
6,6	900	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400	3,000	3,600	4,200	4,800	5,400
6,7	750	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500
6,8	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600
6,9	450	600	750	900	1,050	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400	2,700

<b>СУПЕРФЛОК С</b>	До 50 куб.м.	От 50 до 100 куб.м.
Картуш средства удаления взвесей шт. Полных 1-2 недели (при мутной воде немедленно)	1	2

<b>СОФТ ЭНД ИЗИ</b>	До 20 куб.м.	До 40 куб.м.
Первая дозировка 1 упаковка (обе части)	2	4
Еженедельные последующие дозировки	1	2

<b>БАЙРОКЛАР МИНИ ПУЛ СЕТ</b>	На 1 куб.м.
<b>Для маленьких бассейнов</b>	
Таблетка байроклар шт.	1
Жидкость байроплюс мл.	5
<b>Для гидромассажных ванн</b>	
Таблетка байроклар	1
Жидкость байроплюс	20

<b>КОМПЛИТА</b>	До 20 куб.м.	До 40 куб.м.
Первая дозировка 1 упаковка (обе части)	2	4
Еженедельные последующие дозировки	1	2

<b>ПУРИПУЛ</b> одноразовая обработка в конце купального сезона	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
Добавка в литрах в зависимости от степени жесткости 0 - 20° dH	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,7
20 - 30° dH	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,6
> 30° dH	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5

<b>АКВАБРОМ АЛЬГИЦИД</b>	до 20 куб.м	до 30 куб.м	до 40 куб.м	до 50 куб.м	до 60 куб.м	до 70 куб.м	до 90 куб.м
1-я дозировка Закрытый бассейн	300	450	600	750	900	1050	1350
Открытый бассейн	300	450	600	750	900	1050	1350
Последующие Закрытый бассейн дозировки	60	90	120	150	180	210	270
Открытый бассейн	100	150	200	250	300	350	450



### **Выводы по главе 3**

1. При выборе технологической схемы очистки воды бассейна необходимо учитывать его конструкцию, особенности пользователей и периодов использования.

2. Для получения наиболее приемлемой и безопасной воды для потребителей необходимо по возможности минимизировать применение хлорсодержащих реагентов путем комбинирования различных методов обеззараживания (озонирование, УФ-облучение и др.).

3. Предлагаются для использования схемы, позволяющие уменьшить дозу хлора:

- Коагуляция – фильтрация – УФ обработка – хлорирование;
- Ультрафильтрационные мембранные аппараты – хлорирование (бромирование).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1 Анализ литературных источников и рассмотренных нормативных документов показал, что за рубежом рекомендуется два основных способа обеззараживания: хлорирование и озонирование с последующим хлорированием, в отечественных документах возможно применение отдельно хлорирования или бромирования, а также озонирования и УФ-излучения с последующим хлорированием.

2 Для обработки воды бассейнов требуются различные технологические решения механической очистки на фильтрах с использованием различных вариантов фильтрующих материалов и различные методы обеззараживания.

3 По результатам балльной оценки способов обеззараживания наиболее распространенными являются методы на базе хлорирования.

4 Для получения наиболее приемлемой и безопасной воды для потребителей необходимо по возможности минимизировать применение хлорсодержащих реагентов путем комбинирования различных методов обеззараживания (озонирование, УФ-облучение и др.).

5 Предлагаются для использования схемы, позволяющие уменьшить дозу хлора:

- Коагуляция – фильтрация – УФ обработка – хлорирование;
- Ультрафильтрационные мембранные аппараты – хлорирование.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черкасова О.А. Влияние качества воды плавательных бассейнов на здоровье посетителей. // ВЕСТНИК ВГМУ, 2007, Том 6, №4;
2. Рогожкин И.Г. Очистка и обеззараживание воды в бассейнах // Сантехника. – 2003. – № 4. – С. 4–10.
3. Кристоф Саунус. Строительство и эксплуатация частных и общественных бассейнов открытого и закрытого типа, включая массажные и лечебные ванны. Проектирование плавательных бассейнов. – АГ.: Краммер Ферлаг Дюссельдорф, 1998. – 460 с.
4. Архангельский В.И., Мельниченко П.И. Гигиена. Compendium: учебное пособие. 2012. - 392 с.: ил.
5. СанПиН 2.1.2.568-96. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов.
6. СанПиН 2.1.2.1188-03. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества.
7. DIN 19643-1. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 1. Общие требования.
8. DIN 19643-2. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 2. Комбинация методов: адсорбция, коагуляция, фильтрация, хлорирование.
9. DIN 19643-3. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 3. Комбинация методов: коагуляция, фильтрация, озонирование, сорбционная фильтрация, хлорирование.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
11. Адельшин А.Б., Леонтьева С. В., Основные технологические параметры влияющие на выбор схемы водоподготовки плавательных бассейнов. // Известия КазГАСУ, 2011, №3 (17). – С. 114-121.

12. Н.А. Тихонова, О.И. Ручкина, Сравнительный анализ метода обеззараживания воды в бассейне // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. 2013. №4
13. <http://www.xenozone.ru/files/XenoSupport/articles/art%201.pdf>
14. Жарков А.В. Особенности применения технологий очистки обеззараживания воды в бассейнах // Сантехника. – 2013. – № 1. – С. 10–54.
15. [http://www.markopoolchem.ru/2254/\\$](http://www.markopoolchem.ru/2254/$)
16. <http://www.bakhir.ru/rus/publications/17-A-ChlorArticle-1.htm>
17. <http://www.delfin-aqua.com/aquahlor/>
18. Адельшин А.Б., Леонтьева С.В. Перспективы использования намывных фильтров в техническом водоснабжении плавательных бассейнов. // Известия КазГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 145-151.
19. [http://astralpool.ru/catalog/oborudovanie-dlya-basseyna-9/;](http://astralpool.ru/catalog/oborudovanie-dlya-basseyna-9/)
20. Адельшин А.Б., Леонтьева С.В., Ежова К.А. Очистка технологической воды плавательного бассейна на намывных фильтрах. // Известия КазГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 206-210.
21. СанПин 2.1.2.1188-03
22. п 9.3.4.6 ГОСТ Р 53491.1-2009
23. п 9.3.5.2. ГОСТ Р 53491.1-2009
24. п. 8.4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009
25. п 4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009
26. п 4.2 МУ 2.1.2.694-98 «Использование ультрафиолетового излучения при обеззараживании воды плавательных бассейнов»
27. СанПиН 2.1.2.568-96
28. П. 9.6.4.2 ГОСТ Р 53491.1-2009
29. п 9.6.2 ГОСТ Р 53491.1-2009
30. п 5.3.2. СанПин 2.1.2.1188-03
31. Кудрявцев Е.Г. Обращение с ОЯТ АМБ / Е.Г. Кудрявцев, В.П. Смирнов В.П // Безопасность окружающей среды. – 2010. – № 1. – С. 66–68.

32. Селективные и термостойкие неорганические сорбенты марки "Термоксид" для атомной энергетики и переработки дерных отходов. – ЗАО Производственно-научная фирма "Термоксид". – 2002.
33. Buckley L., Bushart S., Efremenkov V., Karlin Y., Kohout R., Pabby A., Tapsell G. Application of Membrane
34. Technologies for Liquid Radioactive Waste Processing. IAEA5TRS No.431. 2004. 145
35. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны. – М.: Химия. – 1991.– 336 с.
36. Лейси Р., Технологические процессы с применением мембран / Р. Лейси, С. Лозб. – М.: Мир. – 1976. – 370 с.
37. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов. – 2009.– 232 с.
38. Technical specification pilot unit d5000. Subject to modifications and errors. 2006 inge AG (Release 06/02). 36 p.
39. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В.Н. Стабников, В.И. Баранцев В.И. – М.: Пищевая промышленность. – 1974.