

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя школа
№6 г.Юрги»

Исследовательская работа

Тема: Очистка воды в общественных бассейнах

Дисциплина: Химия

Выполнил: ученик 8 «А» класса Свистин З.Д.

ученик 8 «Г» класса Калиниченко А.Я.

Руководитель: учитель химии и биологии Шкляр О.С.

Юрга,
2024г.

Оглавление

Введение	3
Общее описание загрязнений	4
Способы очистки воды в бассейне	5
Методы определения хлора в воде.....	11
Экспериментальная часть.	15
Обработка результатов.	17
Заключение	19
Информационные источники:	20
Приложение 1.....	21

Введение

Сложная экологическая обстановка сегодняшнего дня заставляет человека задуматься о собственной безопасности. Получая пользу от занятий спортом, необходимо помнить и о возможном вреде. Для нас как для пловцов особенно важно знать, что помимо очевидной пользы и удовольствия занятия плаванием в общественном бассейне могут быть опасны для нашего здоровья. В первую очередь это связано с качеством воды, которую используют в бассейне, а также способами ее очистки и обеззараживания. Начав изучать химию в школе, мы задались вопросом, так ли хороша вода, в которой мы занимаемся, и соответствуют ли условия всем установленным нормам.

Целью нашего исследования стало изучение современных методов очистки воды в общественных бассейнах.

Для достижения поставленной цели нам необходимо решить следующие задачи:

- изучить информационные источники;
- выявить основные источники загрязнений;
- рассмотреть методы контроля установленных параметров;
- экспериментально доказать пригодность воды для использования в общественном бассейне.

В качестве объекта исследования мы выбрали воду в бассейне СК «Темп» г.Юрги, где мы сами занимаемся уже не один год.

Актуальность: наше исследование имеет социальную значимость, поскольку выбранный бассейн является единственным общественным бассейном в городе, ежедневно его посещает много людей. Качество воды в нем напрямую влияет на здоровье большой группы людей, куда входим и мы.

Мы сформулировали гипотезу: вода в бассейне СК «Темп» г.Юрги соответствует нормам, установленным СанПин.

Общее описание загрязнений

Плавание в бассейне относится к одному из наиболее популярных видов отдыха и спорта. При этом мы находимся лишь на начальном этапе понимания химических процессов в воде плавательного бассейна и рисков, которым подвергаются его посетители. Это обусловлено сложностью химического состава воды, возрастающей по мере продвижения воды от природного источника до заполненного посетителями бассейна.

Исходная вода, содержащая низкие концентрации сотен веществ природного и антропогенного происхождения, подвергается различным видам обработки, включая обеззараживание, на станции водоподготовки. Далее вода поступает в плавательный бассейн, где снова претерпевает изменения, зависящие от условий эксплуатации бассейна, а также в результате обеззараживания и контакта с посетителями бассейна. В результате исходная вода подвергается значительной трансформации, и каждый бассейн обладает уникальным набором характеристик воды, делающим весьма непростой задачу определения степени полезности или вреда от его посещения.

Значительное усложнение химического состава воды бассейна и ее потенциальной токсичности обусловлено присутствием посетителей, которые приносят в воду средства личной гигиены (лосьоны, солнцезащитные кремы пр.), а также выделяют в процессе плавания биологические жидкости (слюна, пот, моча), а также частички кожи и любого рода загрязнения, находящиеся на поверхности кожного покрова.

Совместное пользование бассейном многими людьми приводит к накоплению в воде патогенных микроорганизмов. Для водоподготовки и обеззараживания воды распространено использование различных дезинфектантов, в результате взаимодействия которых с присутствующими в воде органическими веществами образуются **побочные продукты обеззараживания (ППО)** воды, токсичность которых является предметом исследований на протяжении уже нескольких десятков лет.

Способы очистки воды в бассейне

Вода для заполнения чаши бассейна и компенсации потерь поступает из общественных водораспределительных сетей. Система рециркуляции и водоподготовки в бассейне включает очистку воды, предусматривающую удаление механических примесей и обеззараживание физическими, химическими или биологическими методами для предотвращения развития патогенных микроорганизмов. Схемы водоподготовки определяются качеством воды и особенностями системы рециркуляции и должны отвечать требованиям экономичности, простоты и безопасности.

Для выбора оптимального способа очистки воды необходимо ответить на ряд вопросов

- какие методы очистки наиболее часто используются
- какой метод финансово более выгоден
- какая очистка является самой эффективной
- можно ли в общественном бассейне обойтись без очистки воды
- какие методы очистки существуют

Методы очистки воды:

Физическая очистка проводится для удаления механических примесей средствами быстрой и медленной фильтрации в восходящем и нисходящем потоках с использованием однослойной (кварцевый песок) или многослойной (гравий, песок, уголь) фильтрующих сред, а также мембранной фильтрации.

Химическая очистка проводится только в случае немодернизированных систем и предусматривает использование сульфата алюминия и карбоната натрия для образования хлопьев с целью их задержания при быстрой фильтрации тонких и сверхтонких суспензий. В случае, если вода в бассейне не подвергается нагреву в течение 5-7 сут для разрушения клеток водорослей рекомендуется обработка сульфатом меди.

Биологическая очистка воды в бассейне заключается в использовании мембранных фильтров, задерживающих патогенные микроорганизмы в процессе медленной фильтрации в результате образования биопленки на

поверхности мембраны через 1-3 сут после запуска системы. В таких случаях последующее обеззараживание может не потребоваться.

Способы обеззараживания воды:

Хлор. К наиболее часто используемым дезинфектантам относится хлор, характеризующийся целым рядом преимуществ в части инактивации микроорганизмов. К недостаткам хлора относятся проблемы безопасности его применения. Кроме этого, избыточное содержание хлора в воде ведет к образованию побочных продуктов обеззараживания (тригалогенметанов, например), обладающих канцерогенными свойствами. С избытком хлора также связано ухудшения качества воздуха в закрытых плавательных бассейнах.

Диоксид хлора известен в качестве эффективного дезинфектанта питьевой воды и пищевых продуктов. В процессах предварительной обработки этот реагент способствует удалению железа и марганца из подземной воды, устраняет неприятные вкус и запах воды. Диоксид хлора обеспечивает деструкцию целого ряда прекурсоров, присутствие которых в воде приводит к образованию побочных продуктов обеззараживания тригалогенметанов и галогенуксусных кислот.

Бром является сильным окислителем с высоким уровнем бактерицидной активности. Эффективен при необходимости удаления микроскопических и нитчатых водорослей.

Гипохлорит натрия относится к эффективным дезинфектантам, получаемым методом электролиза. Раствор гипохлорита натрия характеризуется рН 8-8,5, максимальной эквивалентной концентрацией хлора 6-8 г/л и стабильностью свойств при длительном хранении. Преимущества гипохлорита натрия: безопасность применения и простота хранения. Основным недостатком применения гипохлорита натрия является повышение рН выше 8,2 через 10-14 сут после обеззараживания, что ведет к коагуляции оксида алюминия.

Ультрафиолетовое обеззараживание воды в бассейне (длина волны 100-300 нм) проводят с использованием ртутных ламп. Наряду с хорошими бактерицидными свойствами метод исключает взаимодействие с компонентами воды в плавательном бассейне и, соответственно, минимизирует образование побочных продуктов обеззараживания.

Озон является высокоэффективным дезинфектантом. Его применяют во многих случаях для инактивации бактерий, вирусов и удаления водорослей. В результате озонирования улучшается вкус, запах и цвет воды.

Реагент TwinOxide представляет собой раствор, содержащий диоксид хлора, разработан в Университете г. Дуйсбург, Германия, и рекомендован для применения в плавательных бассейнах. Этот реагент полностью инактивирует бактерии и вирусы, удаляет биопленку, не вызывает аллергических реакций. Применение TwinOxide не вызывает неприятных запахов и не приводит к образованию тригалогенметанов и других побочных продуктов обеззараживания воды. Передозировка реагента не связана с риском для посетителей бассейна и не приводит к образованию свободного хлора и хлорсодержащих соединений, что ограничивает применение традиционных дезинфектантов на основе хлора. Реагент рекомендуют применять после предварительного обеззараживания озонированием или ультрафиолетовой обработкой. Реагент рекомендуют применять ежемесячно для дезинфекции песочных фильтров или фильтров с активированным углем, установленных в схеме водоподготовки бассейнов [1].

Самым распространенным методом очистки вод в общественных бассейнах является хлорирование. В сочетании с низкой стоимостью и простотой осуществления обеззараживания воды этот метод имеет высокую эффективность. Из-за того, что хлор долгое время находится в активном состоянии в воде, он имеет длительный период действия, что является его главным достоинством.

Помимо очевидных плюсов использования этого метода есть и минусы. Они заключаются в возможных аллергических реакциях посетителей бассейна и наличии вредных испарений.

Чтобы минимизировать риски необходимо осуществлять постоянный контроль содержания хлора в воде.

Норма хлора в бассейне и определение его количества

Химический элемент Cl относится к неметаллам. Он обладает бактерицидными качествами и

может окислять органические примеси в воде. К недостаткам средства относят неприятный

резкий запах и раздражающее действие для глаз. Если для обеззараживания подбирается

качественный хлор, добавляемый в чистую воду в необходимой концентрации, тяжелый запах

практически не ощущается, и отсутствует раздражающий эффект для кожи и глаз.

Недостатки же хлора активно проявляются, если в бассейне оказываются соединения на

основе азота, которые в результате распада выделяют аммиак, взаимодействующий с хлором.

Так появляются неорганические хлорамины, обладающие неприятным запахом и

раздражающим действием. В таком случае делается вывод, что имеется недостаток хлора в

свободном виде, чтобы в полной мере провести дезинфекцию.

Именно с этой целью посетителям бассейнов рекомендуют первоначально сходить в туалет и

душ, чтобы не загрязнять воду, начинающую издавать неприятный запах из-за хлораминов, об

избытке которых говорят следующие признаки:

запах хлорки рядом с бассейном;

чувство жжения в носу после продолжительного купания;

резь в глазах;

обострение или появление бронхиальной астмы после бассейна.

Правильное хлорирование бассейна

Таким образом, до начала процедуры хлорирования воды в бассейне требуется сначала

установить количество хлора в ней, а затем правильно вычислить дозировку

дезинфицирующего препарата. Следует подчеркнуть, что тестирование воды перед

хлорированием является обязательным, поскольку невыполнение данного требования будет

означать одно: текущие показатели хлора в бассейне неизвестны, и добавление состава с его

содержанием может оказаться чрезмерно большим или недостаточным. В первом случае

возрастает риск аллергических реакций, во втором - сохранение в воде болезнетворных

микроорганизмов.

Выбор современной химии для воды бассейна достаточно большой. Конкретный препарат и

его дозировка подбираются в зависимости от способа дезинфекции, чистоты воды,

температуры окружающего воздуха, наличия осадков при обработке уличного бассейна.

Важно знать, что по мере увеличения температуры растворимость хлора ухудшается.

Например, если температура воды находится на нулевой отметке, 14,8 г средства может

раствориться в литре воды. При температуре воды 20 градусов в литре ее растворяется 9,6 г

хлора. Если вода нагрета до 25 градусов, в литре растворится 6,5 г, до 40 градусов - 4,6 г.

Для обработки бассейнов применяется хлор двух разновидностей:

Стабилизированный - средство изначально содержит все требуемые стабилизаторы.

Нестабилизированный - такой хлор быстро разлагается от воздействия ультрафиолета,

в результате чего теряются его дезинфицирующие свойства, и в воде может

образовываться осадок, плохо поддающийся уборке. При использовании такого

средства потребуется специальный стабилизатор хлора.

Перед началом добавления хлорсодержащего препарата в бассейн вода предварительно

подготавливается. При этом показатель pH должен располагаться в диапазоне 7,0-7,5. От него

будет зависеть качество работы молекул хлора в воде. При превышении данного диапазона

хлор станет менее активным, что приведет к его перерасходу, ведь в таких условиях элемент

быстро улетучивается, добавляя количество неприятного запаха в воздухе.

После проведения процедуры очистки бассейна и обеззараживания воды в нем следующим

шагом становится контроль за системой фильтрации, которая очищается по мере

необходимости. Далее тестером оцениваются водные показатели, и при допустимом pH с

показателями хлора непосредственно в воде можно с уверенностью приглашать для купания

посетителей, не опасаясь за их здоровье. И нельзя забывать о периодическом контроле данных

показателей до момента очередной полной смены воды в бассейне.

Требования к воде бассейнов установлены СанПин и DIN.

СанПиН — это санитарные правила и нормы.

DIN — это Немецкий (германский) Институт по Стандартизации

Согласно СанПиНу 2.1.2. 1188-03 вода в бассейне в процессе его

эксплуатации должна соответствовать строгим микробиологическим требованиям и ряду физико-химических показателей. Они приведены в приложении 1.

Методы определения хлора в воде

Органолептический

Органолептическим методом в химии называется анализ вещества посредством применения органов чувств исследователя. Исследуются запах, внешний вид, в редких случаях – вкус пробы. Этот метод слабо применим для точного анализа, однако, может дать понять о превышении концентрации некоторых соединений хлора в воде. Примером органолептического определения хлора в воде является запах «хлорки» в бассейнах, который обусловлен повышенной концентрацией хлораминов. Отметим, что этот запах присущ именно хлораминам, а не самой хлорноватистой кислоте. Хлорамины образуются из-за реакции кислоты с мочевиной, попадающей в бассейны в результате человеческой жизнедеятельности.

Йодометрический

Регламентируемый по ГОСТ 18190-72 «ВОДА ПИТЬЕВАЯ. Методы определения содержания остаточного активного хлора», этот химический метод анализа является разновидностью титрования. Основная суть метода заключается в окислении йодида активными формами хлора до йода, а затем его титрования тиосульфатом натрия.

Методика работы с пробой включает в себя несколько этапов. Первым из них – подкисление пробы буферным раствором с рН 4,5, что приводит к снижению влияния озона, нитритов, окиси железа и некоторых других соединений на йодид калия и, соответственно, на точность анализа. После подкисления, в пробу вводят 0,5 г йодистого калия, что приводит к образованию йода. Его оттитровывают раствором тиосульфата натрия до появления светло-жёлтой окраски, а затем вводят небольшое количество слабого раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

$$X = \frac{v \cdot K \cdot 0,177 \cdot 1000}{V}$$

Результаты анализа обрабатываются по формуле, расположенной ниже.

Где v – количество использованного раствора тиосульфата калия, K – поправочный коэффициент нормальности этого раствора, 0,177 – содержание активного хлора, соответствующее 1 мл 0,005 н. раствора тиосульфата калия, а V – объём, взятый для анализа. Полученное число X – это и есть содержание суммарного остаточного хлора в мг/л.

Титрование метиловым оранжевым

Для определения количества свободного хлора, применяется метод титрования пробы раствором индикатора парадиметиламиноазобензолсульфокислого натрия – метилового оранжевого. Сущность метода заключается в том, что метиловый оранжевый вступает в реакцию с хлором, но не способен реагировать с хлораминами, окислительный потенциал которых слишком слаб. Методика работы аналогична таковой при обычном титровании хлора по методу йодометрии.

$$X_1 = \frac{0,04 + (v \cdot 0,0217) \cdot 1000}{V}$$

Обработка результатов анализа также аналогична, однако, используется несколько иная формула, берущая в расчёт химизм метилового оранжевого и другие тонкости процесса. Это выражается в изменении коэффициента 0,177 на 0,217, а также в прибавлении 0,04 к числителю дроби в качестве эмпирического поправочного коэффициента.

Метод Пейлина

Методом Пейлина называется ещё один титриметрический метод исследования проб на содержание свободного хлора, связанный с применением монохлорамина и дихлорамина. Его особенность в химической активности различных форм хлора, приводящей к превращению бесцветной формы диэтилпарафенилендиамина в его полуокисленную окрашенную форму. Эту полуокисленную окрашенную форму затем восстанавливают до потери окраски растворами, содержащими ионы двухвалентного железа. Используется серия титрований солью Мора.

Методика работы такова: в колбу помещают буферный раствор, диэтилпарафенилендиамин, около 100 мл анализируемой воды, перемешивают. В присутствии свободного хлора, этот раствор приобретает розовую окраску. После перемешивания, пробу титруют стандартным

раствором соли Мора до исчезновения окраски, записывают потраченное количество раствора соли Мора (А). Далее, в колбу вводят небольшое количество йодистого калия, из-за чего раствор вновь окрашивается. Раствор вновь оттитровывается раствором соли Мора до исчезновения окраски, записывается количество потраченного (В). Всё в тот же раствор вновь вводят йодистый калий, но в большем количестве. Вновь перемешивают и отстаивают в течение двух минут. В случае появления розовой окраски, делают вывод о присутствии дихлорамина, который затем титруют раствором соли Мора до исчезновения окраски. Количество вновь записывают (С).

Обработка результатов по этому методу несколько проще, поскольку суммарное содержание остаточного активного хлора будет представлять собой простую сумму А, В и С. Логично, что А, В и С будут показателями количества свободного хлора, монохлорамина и дихлорамина в пробе соответственно.

Фотометрический

Специфика фотометрического метода анализа заключается в использовании различных органических реагентов, которые окрашивают раствор при взаимодействии с хлором. Оптическая плотность этого окрашенного продуктами реакции раствора подвергается измерению при определённой длине волны, что даёт понимание количества содержащегося свободного хлора в пробе.

Фотометрический метод имеет существенные недостатки в виде низкой селективности. Некоторые соединения и ионы могут влиять на прохождение реакции. Определяемые концентрации хлора при использовании фотометрии также зависят от конкретного реагента, используемого для исследования пробы.

В связи с перечисленными недостатками, этот метод нашёл крайне ограниченное применение в исследовании проб воды на содержание хлора.

Автоматические анализаторы

На рынке присутствует большой ассортимент современных электронных автоматических анализаторов, принципы действия которых отличаются друг от друга.

Йодометрический метод нашёл применение в составе анализатора ВАКХ-2000 и его проточного варианта ВАКХ-2000 С. Его принцип работы заключается в измерении изменения потенциала на электродах при добавлении точно известного количества йода в пробу.

Колориметрические методы не применяются в анализаторах, поскольку отсутствуют градуировочные растворы по остаточному общему хлору. Несколько особняком находятся наиболее точные электрохимические методы, поскольку их использование требует периодической валидации с использованием лабораторных техник анализа, что приводит к определённым сложностям с использованием электрохимических анализаторов. Однако, современное развитие техники идёт достаточно быстро, поэтому наиболее современные электрохимические анализаторы требуют всё более редкой валидации.

Чтобы получить верные результаты анализа, необходимо правильно выполнить отбор пробы и пробоподготовку.

Методы отбора проб вод

Исследование проб воды бассейна проводится на санитарно-гигиенические, микробиологические и паразитологические показатели

Требования к таре для проведения санитарно-гигиенических исследований:

- емкость, изготовленная из стекла или полимерных материалов, разрешенных для контакта с водой (например, от питьевой воды). Объем пробы – 2 л

Требования к таре для проведения микробиологических исследований:

- стерильная емкость, изготовленная из стекла, оснащенная плотно закрывающейся пробкой или пластмассовой крышкой. Объем пробы – 500 мл

Требования к таре для проведения паразитологических исследований:

- емкость, изготовленная из стекла с пробками или из полимерных материалов, разрешенных для контакта с водой. Объем пробы – 50 л

Техника отбора:

- емкость открывают непосредственно перед отбором, не касаясь руками внутренней поверхности пробки и горлышка тары
- Соприкосновение пробки и края емкости с любыми поверхностями исключается
- Ополаскивать посуду перед отбором запрещается
- Отбор образцов воды из бассейна проводится не менее чем в 2 точках: поверхностный слой 0,5-1,0 см и на глубине 25-30 см от поверхности зеркала воды

В лабораториях, контролирующих качество воды в бассейнах, пользуются разными методами, установленными ГОСТ 18190-72 Вода питьевая. Методы определения остаточного активного хлора.

Объектом исследования стала вода из общественного бассейна СК «Темп» (г.Юрга).

В этом бассейне воду обеззараживают с помощью хлорирования.

В рамках исследования мы посетили лабораторию СК «Темп», познакомились с методом отбора проб воды и с методом контроля содержания свободного хлора, используемыми в этой лаборатории, отобрали пробу и провели анализ самостоятельно.

Экспериментальная часть.

Метод определения свободного остаточного хлора
титрованием метиловым оранжевым

1. Сущность метода

Метод основан на окислении свободным хлором метилового оранжевого, в отличие от хлораминов,

окислительный потенциал которых недостаточен для разрушения метилового оранжевого.

1.2. Аппаратура, материалы, реактивы

Посуда мерная лабораторная стеклянная по ГОСТ 1770-74 и ГОСТ 20292-74 вместимостью: колбы

мерные 100 и 1000 мл; микробюретка с краном 5 мл.

Капельница по ГОСТ 25336-82.

Чашки фарфоровые выпарительные по ГОСТ 9147-80.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, плотностью 1, 19 г/см³.

Метиловый оранжевый (пара-диметиламино-азобензолсульфокислый натрий) по ТУ 6-09-5171-84.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Все реактивы, применяемые для анализа, должны быть квалификации чистые для анализа (ч.д.а.).

1.3. Подготовка к анализу

1.3.1. Приготовление 0, 005-ного раствора метилового оранжевого

50 мг метилового оранжевого растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе и доводят

дистиллированной водой до 1 л, 1 мл этого раствора соответствует 0, 0217 мг свободного хлора.

1.3.2. Приготовление 5 н раствора соляной кислоты

В мерную колбу наливают дистиллированную воду, затем медленно добавляют 400 мл соляной

кислоты HCl и доводят дистиллированной водой до 1 л.

1.4. Проведение анализа

100 мл анализируемой воды помещают в фарфоровую чашку, добавляют 2-3 капли 5 н раствора

соляной кислоты и, помешивая, быстро титруют раствором метилового оранжевого до появления

неисчезающей розовой окраски.

1.5. Обработка результатов

Содержание свободного остаточного хлора (X_1), мг/л, вычисляют по формуле

$$X_1 = \frac{0,04 + (v \cdot 0,0217) \cdot 1000}{V} \quad (1)$$

где v - количество 0, 005%-ного раствора метилового оранжевого, израсходованное на титрование, мл;

0, 0217 - титр раствора метилового оранжевого;

0, 04 - эмпирический коэффициент;

V - объем воды, взятый для анализа, мл.

Мы провели ряд экспериментов до получения 3 сходимых результатов. После проведения расчетов по формуле (1) получили:

$$X_1 = X_2 = 0,3702 \text{ мг/л}$$

$$X_3 = 0,4819 \text{ мг/л}$$

Обработка результатов.

Для получения более точного результата проводят несколько параллельных титрований (как это сделали мы) и обрабатывают результаты методами математической статистики и теории вероятности.

Расчет выборочного среднего

Выборочное среднее рассчитывается по формуле

$$\bar{c}(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i(X) \quad (2)$$

где n – число параллельных титрований.

Подставив необходимые значения в формулу (2), получили

$$\bar{c}(X) = 0,4074 \text{ мг/л}$$

Доверительная случайная погрешность

Чтобы рассчитать доверительную случайную погрешность, необходимо воспользоваться формулой:

$$\varepsilon_{C(X)}^- = t_{p,n} \frac{S_{C(X)}}{\sqrt{n}} \quad (3),$$

где $S_{C(X)}$ – стандартное отклонение,

$t_{p,n}$ – коэффициент Стьюдента

Расчет стандартного отклонения отдельного определения производится по формуле:

$$S(X) = \frac{\sqrt{\sum |Ci(X) - \bar{C}(X)|^2}}{\sqrt{n-1}} \quad (4)$$

После выполнения всех необходимых вычислений получили результат

$$X = (0,4074 \pm 0,065) \text{ мг/л}$$

Заключение.

Хлорирование является наиболее популярным методом очистки, который применяется для очистки вод в общественных бассейнах. Содержание остаточного активного хлора в воде, установленное нормами СанПин, должно принадлежать промежутку 0,3-0,5 мг/л. Полученный нами результат $X=(0,4074\pm0,065)\text{мг/л}$ соответствует требованиям.

В ходе проведения исследования мы познакомились с методами очистки воды, применяемыми в общественных бассейнах, а также изучили процедуру контроля содержания остаточного активного хлора. Научились отбирать пробы воды в бассейне, познакомились с методом титрования, провели ряд анализов и обработку результатов.

Исследованный нами объект – вода из бассейна СК «Темп» г.Юрги – соответствует требованиям СанПин.

Информационные источники:

ГОСТ Р 53491.1-2009 Бассейны. Подготовка воды. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 53491.2-2012 Бассейны. Подготовка воды. Часть 2. Требования безопасности

СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества»

СанПиН 2.1.2.1331-03 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды аквапарков».

Санитарные правила СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг.»

Петухова О.Е. «Методы обеззараживания воды в плавательном бассейне»

Черкинский С.Н. «Простейший способ хлорирования воды»

А.Б. Ваендышев, В.А. Купиков, С.Н. Никишин, Р.Л. Акрамов
НОРМИРОВАНИЕ И ПРАКТИКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ

Л.Н. Скворцова, Е.В.Петрова, Е.Н.Гудымович, М.А.Киселёва, В.Н.Баталова, Л.Б.Наумова, В.В.Шелковников «Аналитическая химия. Химические методы количественного анализа»

Приложение 1.

Показатели	Нормативы
1. Физико-химические показатели	
Запах, баллы	Не более 3
Мутность мг/л	Не более 2
Цветность, градусы	Не более 20
Хлориды мг/л	Не более 700В бассейнах с морской водой хлориды не нормируются
Остаточный свободный хлор (при хлорировании), мг/л	Не менее 0,3 не более 0,5-в особых случаях по эпидпоказаниям допускается повышение уровня до 0,7-в бассейнах для детей до 7 лет допускается уровень 0,1-0,3-при совместном применении хлорирования и УФ-излучения, или хлорирования и озонирования уровень должен быть 0,1-0,3.
Остаточный бром (при бромировании), мг/л	0,8 – 1,5
Остаточный озон (при озонировании), мг/л	Не более 0,1(перед поступлением в ванну бассейна)
Хлороформ (при хлорировании), мг/л	Не более 0,1
Формальдегид (при озонировании), мг/л	Не более 0,05
2. Микробиологические показатели	
1.Основные показатели	
Общие колиформные бактерии в 100 мл.	Не более 1
Термотолерантные колиформные бактерии в 100 мл.	Отсутствие
Колифаги в 100 мл.	Отсутствие
Золотистый стафилококк в 100 мл.	Отсутствие

2.Дополнительные показатели	
Возбудители кишечных инфекций	Отсутствие
Синегнойная палочка в 100 мл.	Отсутствие
3. Паразитологические показатели	
Цисты лямблий в 50 мл.	Отсутствие
Яйца и личинки гельминтов в 50 мл.	Отсутствие

Некоторые из основных показателей, наиболее существенно влияющих на качество воды в бассейнах, указаны в Таблице №2. Остальные показатели химического состава воды рекомендуется поддерживать в пределах, установленных СанПиНом по питьевой воде (с небольшими допусками)

Все физико-химические показатели воды могут измеряться как в аккредитованных лабораториях, так и службой эксплуатации бассейна:

- Ручным способом (с помощью соответствующих приборов и/или экспресс тестов)
- В непрерывном режиме (с помощью встроенных автоматических электронных приборов)

Таблица №2

Параметр	Описание параметра и его влияние на качество воды бассейна	Нормы для воды бассейна	Частота контроля
Мутность	Характеризует внешний вид (прозрачность) воды; чем меньше мутность, тем прозрачнее вода	Не более 2 мг/л	По мере необходимости
Уровень PH	Определяет содержание в воде протонов водорода $P_{H} < 7$ кислая	Оптимальный 7,0 – 7,4	Измеряют каждые 2-3 часа (в

	среда $pH > 7$ щелочная среда		течение первых трех дней заливки), далее ежедневно
Остаточный свободный хлор	Определяет содержание дезинфицирующих веществ (хлорноватистой кислоты и гипохлорид-ионов), обеспечивающих санитарно-эпидемиологическую безопасность для здоровья купающихся	0,3 – 0,5 мг/л	Не менее 3-х раз в день
Остаточный связанный хлор	Образуется при взаимодействии свободного хлора с органическими азотсодержащими загрязнениями (хлорамины) и/или в результате «перестабилизации» хлора изоциануровой кислотой, косвенно указывает на загрязненность воды «органикой» и/или степень перестабилизации воды изоциануровой кислотой	0,5 – 0,7 мг/л	Ежедневно (равен разности показателей общего и свободного остаточного хлора)
Общий остаточный хлор	Равен суммарному показателю свободного и связанного остаточного хлора	0,8 – 1,2 мг/л	ежедневно
Содержание изоциануровой кислоты	Показывает содержание стабилизатора хлора в воде	25 – 40 мг/л	еженедельно
Содержание активного кислорода	Измеряется при кислородном обеззараживании воды и показывает содержание в	5 – 8 мг/л	Не менее 3-х раз в день

	воде носителя активного кислорода		
Жесткость	Показывает содержание ионов кальция и магния. Чем больше жесткость, тем выше вероятность образования солевых налетов. При низкой жесткости – разъедание цементного раствора и неустойчивый уровень pH.	150 – 300 мг/л(по карбонату кальция)	еженедельно
Щелочность	Определяет содержание в воде карбонат- и бикарбонат ионов. Слишком низкая и/или слишком высокая щелочность затрудняют регулировку уровня pH, низкая щелочность снижает эффективность проведения коагуляции.	125 – 150 мг/л(по карбонату кальция)	еженедельно
Содержание сульфатов	Показывает концентрацию сульфат ионов в воде. Высокое содержание сульфатов в воде усиливает «разъедающие» свойства воды в отношении цементосодержащих материалов бассейна	Не более 350 мг/л	Еженедельно (при использовании химреактивов содержащих сульфат ионы)
Общее солесодержание (минерализация, TDS)	Показывает содержание растворенных в воде веществ. Высокая степень минерализации воды усиливает ее «разъедающие» свойства в отношении цементосодержащих материалов бассейна	Оптимально не более 1500 мг/л	еженедельно

Как видно из таблицы, качество воды в бассейне характеризуется многими показателями, и все эти показатели должны быть сбалансированы между собой. О сбалансированности (равновесии) воды можно судить по различным критериям. Чаще всего, применяемый в практике критерий – это **индекс насыщения Ланжелье (Ин)** – рекомендуется проверять еженедельно. Он легко вычисляется по формуле:

$$\text{Ин} = \text{pH} + \text{К температур.} + \text{К жесткости} + \text{К щелочности} - \text{К минерализ.}$$

С использованием специальной таблицы коэффициентов:

Температура 0С	К температур.	Жесткость мг/л по карбонату кальция	К жесткости	Щелочность мг/л по карбонату кальция	К щелочности	Минерализ. мг/л	К минерализ.
19	0,5	75	1,5	50	1,7	0	12,0
24	0,6	100	1,6	75	1,9	1000	12,1
29	0,7	150	1,8	100	2,0	2000	12,2
34	0,8	200	1,9	150	2,2	3000	12,25
		300	2,1	200	2,3	4000	12,3
		600	2,35	400	2,6		
		800	2,5	800	2,9		