

Эффективная эксплуатация бассейна

Характеристика воды

- Жесткая вода
- Мягкая вода

Жёсткая вода

- Содержит соли кальция и магния.
- Образует твёрдый осадок в системах горячего водоснабжения, в душевых системах и испарителях.
- Может способствовать улучшению цвета и прозрачности воды в бассейне.
- Образует пятна известкового мыла и тины на дне бассейна, на кафельной плитке и на всех приспособлениях и гарнитуре бассейна, в тех местах, где в него поступает горячая вода.
- Может вызывать образование твёрдого осадка в резервуаре бассейна в том случае, когда не соблюдается водный баланс.

Мягкая вода

- Обычно содержит органические кислоты, которые образуются в торфянистых заболоченных местностях.
- Является причиной коррозии металлических деталей и приспособлений в бассейне и очистной установке.
- Разрушает цементные и бетонные поверхности внутри резервуара бассейна и в душевых помещениях.
- Может быть причиной ржавления железа в резервуаре бассейна.
- Может изменять цвет при первичной заливке в резервуар бассейна, или после того, как поверх неё в течение долгого времени ещё доливали воду.

Таким образом, существуют проблемы, связанные с тем, что мягкая вода вызывает коррозию в старых трубопроводах, по которым в бассейн поступает вода. В связи с этим некоторые водопроводные компании стараются поднять уровни рН в той воде, которую они поставляют.

		Общая жёсткость	
		(содержание карбоната кальция в мг/литр)	
		Мягкая	0 – 50
Мягкая и кислая (вода)	рН от 5,0 до 6,5	Умеренно мягкая	50 – 100
Нейтральная (вода)	рН от 6,5 до 7,0	Умеренно жёсткая	100 – 150
Щелочная (вода)	рН от 7,0 до 8,4	Жёсткая	200 – 300
		Очень жёсткая	больше 300

В идеале, в воде должно содержаться достаточное количество солей кальция, придающих ей жёсткость. Это необходимо для предотвращения коррозии. **Вода, которая используется в плавательном бассейне, по данной классификации всегда должна быть «жёсткой» или «очень жёсткой».**

Загрязнение воды

- Физическое загрязнение воды
- Химическое загрязнение воды
- Биологическое загрязнение воды

Существует четыре основных вида физического загрязнения воды в плавательном бассейне. Ниже они перечисляются. Даются также некоторые рекомендации относительно того, как бороться с такого рода загрязнениями.

1. Поверхностное загрязнение: волосы, пыль, жир, экскременты, плавающий мусор, трава.

Как бороться с поверхностным загрязнением:

- Удалять поверхностный слой воды как можно чаще. Особенно эффективны для этого системы перелива, которые забирают воду из слоёв, расположенных близко к поверхности.
- Поддерживать концентрацию свободного хлора на достаточном уровне.

2. Растворимые загрязняющие вещества: моча, пот, различные косметические средства.

Как бороться с растворимыми загрязняющими веществами:

- Обеспечивать эффективную фильтрацию и циркуляцию воды.
- Поддерживать содержание в воде такого количества свободного хлора, которого достаточно, для того чтобы разрушать азотистые соединения.

3. Химическое загрязнение: химические вещества, которые используются для очистки и обработки воды, а также чистящие и моющие химикаты.

Как бороться с химическим загрязнением:

- Использовать минимальное количество химикатов как внутри резервуара бассейна, так и около него.
- Тщательно следить за сбалансированностью воды.
- Использовать только качественные химические препараты как в бассейне, так и вне его.

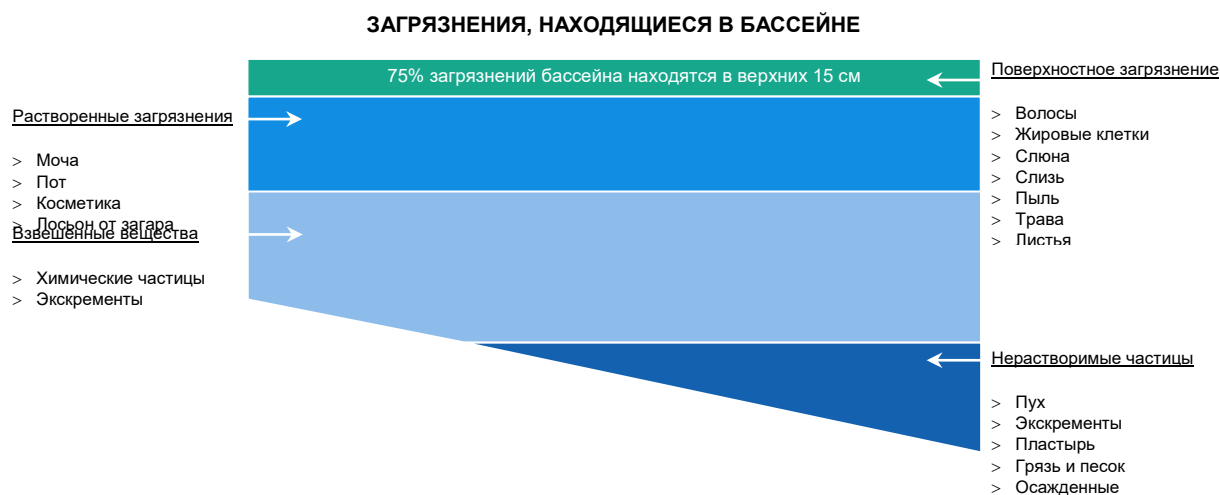
4. Нерастворимое загрязнение: пух, грязь, осадённые химические вещества, песок из фильтров.

Как бороться с нерастворимым загрязнением:

- Ежедневно или по мере необходимости счищать или удалять пылесосом загрязнения со дна бассейна.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ В ПЛАВАТЕЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

Живые организмы быстро размножаются в воде, особенно в тёплой воде плавательного бассейна, делая её зеленоватой на вид, мутной и непрозрачной. Вода вскоре становится непригодной для купания.



В верхнем слое воды толщиной примерно 150 мм может содержаться до 75% всех бактерий, загрязняющих бассейн.

Бактериальное загрязнение включает в себя:

- **ВОДОРОСЛИ** – в виде спор из атмосферы или из водопроводной воды.
- **БАКТЕРИИ И ВИРУСЫ** – поступают в воду от купальщиков: из их носоглоток, болячек, язв и ран. Всего приблизительно 600 000 000 бактерий на каждого купальщика, плюс любые из 114 известных вирусов, передающихся через воду!

Для того чтобы избавиться от такого загрязнения, необходимо постоянно поддерживать содержание дезинфицирующего средства в воде на достаточном уровне. Свободный хлор мгновенно уничтожает бактерии, делая воду в бассейне безопасной для купания.

Часто считается, что причиной возникновения разного рода раздражений кожи и слизистых оболочек у купальщиков является хлорирование воды. Но такие раздражения также часто могут быть вызваны и бактериями. В плавательных бассейнах, вода в которых плохо очищается, можно обнаружить широко распространённые бактерии, многие из которых, воздействуя на глаза и уши купальщиков, вызывают у них разного рода раздражения кожи и слизистых оболочек.

Таким образом, существует физическое, химическое и биологическое загрязнение воды в бассейне. Чтобы бороться со всеми этими видами загрязнения, необходимо постоянно проводить как фильтрацию, так и хлорирование воды. Это поможет обеспечить приемлемое качество воды для купания.

ХИМИЯ ХЛОРИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА

Независимо от того, какой донор хлора и в какой форме используется, химия процесса дезинфекции воды остаётся одной и той же – той, при которой образуется *хлорноватистая (гипохлористая) кислота*. Эта кислота измеряется как *свободный хлор* с использованием DPD1 таблетки (DPD – Diethyl-p-phenylenediamine) и является дезинфицирующим агентом. Она будет вступать в реакции с бактериями и другим органическим материалом или же будет постепенно разлагаться до получения иона гипохлорита, а затем и до полного реформирования. Степень разложения хлорноватистой кислоты и, следовательно, эффективность её как дезинфицирующего средства зависит от значения рН в воде бассейна. В зависимости от того, какой донор хлора используется, при разложении хлорноватистой кислоты будут получаться некоторые дополнительные соединения, которые будут повышать или понижать уровень рН в воде бассейна. Следовательно, возникает необходимость коррекции уровня рН.

ЗНАЧЕНИЕ рН ВЛИЯЕТ НА ТО, КАКОЕ КОЛИЧЕСТВО ХЛОРНОВАТИСТОЙ КИСЛОТЫ ОБРАЗУЕТСЯ, и, ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВЛИЯЕТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭТОГО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА.

При рН = [от 6.5 90% до 8.0 20%] хлор в воде будет находиться в виде хлорноватистой кислоты.

Если иметь в виду только хорошее обеззараживание воды в бассейне, то лучше всего было бы эксплуатировать бассейн, поддерживая значение рН в нём равным 6,5. Однако вода в таком случае будет кислой и, следовательно, будет способствовать образованию коррозии. Кроме того, значение рН человеческого тела приблизительно равно 7.4, и, если значение рН воды в бассейне будет сильно отличаться от 7.4, то это будет вызывать различного рода дискомфорт для купальщиков.

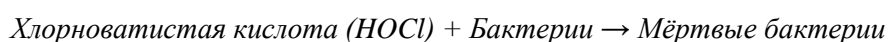
Следовательно, чтобы обеспечить идеальный баланс между эффективной дезинфекцией воды в бассейне и комфортом для купальщиков, следует поддерживать уровень рН в бассейне между 7.2 и 7.6, а в идеале он должен равняться 7.4.

Хлор добавляется в воду плавательного бассейна для того, чтобы удалить из неё два основных вида органических загрязнений.

1. Уничтожение бактерий.

Каков механизм химического воздействия хлора на микроорганизмы никто в точности не знает. Это до сих пор является тайной. Считается, что хлор влияет на способность отдельных клеток к размножению. По своей природе бактерии должны размножаться очень быстро, поэтому, когда в процесс репродукции бактерий вмешивается хлор, то это вскоре приводит к саморазрушению бактерий.

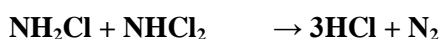
Для наших целей вполне достаточно знать, что



2. Удаление хлораминов

Моча и другие загрязняющие вещества на основе соединений азота, принесённые в воду бассейна купальщиками, разлагаются с образованием соединений аммиака. Хлор, в форме хлорноватистой кислоты (HOCl) или свободного хлора, реагирует с этими соединениями. При этом образуются хлорамины или «связанный хлор». При условии, что в воде имеется достаточное количество HOCl, эти хлорамины будут продолжать разлагаться до тех пор, пока они не преобразуются в безвредные вещества. Однако если допустить, чтобы уровень хлора слишком сильно снизился, то в результате химической реакции вместо неких безвредных веществ может образоваться трихлорид азота. Он улетучивается с поверхности воды в бассейне, и является причиной появления «запаха хлора в плавательном бассейне» и значительных неудобств для купальщиков.

Здесь происходят следующие реакции:



(это при условии, что есть достаточное количество HOCl для продолжения реакции), в противном случае происходит следующая реакция:



Трихлорид азота = воспалённые глаза

(Это означает, что присутствие трихлорида азота в воде и воздухе бассейна приводит к тому, что у многих купальщиков воспаляются глаза.)

Купальщики постоянно привносят в воду плавательного бассейна дополнительные бактерии и азотистые соединения. Необходимо добавлять в воду хлор в достаточных количествах, чтобы разрушать эти соединения. В результате хлорамины будут удаляться из воды. Из практики известно, что следует стремиться к тому, чтобы на одну часть связанного хлора в воде бассейна приходилось две части свободного хлора.

Совершенно очевидно, что если купальщики будут тщательно мыться и посещать туалет до того как они войдут в воду плавательного бассейна, бактериальное и азотистое загрязнение этой воды сильно уменьшится, а значит, уменьшится и количество химикатов, попадающих в бассейн.

Не существует какого бы то ни было установившегося уровня содержания в воде хлорноватистой кислоты, при котором «связанный хлор» будет удаляться. Идеальным является такое состояние воды, когда не более одной трети общего содержания хлора в ней находится в форме «связанного хлора» при pH от 7,2 до 7,6.

Шоковое хлорирование.

Для того, чтобы удалить существующие в воде хлорамины, обычно используется процесс, называемый "шоковое хлорирование". В этом процессе хлор добавляется до того предела, пока отношение свободного хлора (HOCl) к хлораминам, связанному хлору, не станет достаточно высоким, чтобы превратить все хлорамины в газ азота (N₂), HCl и H₂O. Обычно требуется соотношение хлора к хлораминам 10:1. Поскольку превращение хлорамин в газ азота (N₂), HCl и H₂O есть реакция свободного хлора и хлорамин, при шоковом хлорировании наблюдается

резкое падение уровня свободного и связанного хлора, после чего при дальнейшем добавлении хлора уровень свободного хлора пропорционально возрастает.

Неорганические хлорамины довольно легко удаляются с помощью шокового хлорирования. Для бассейнов с содержанием неорганических хлораминов до 0,5 мг/л доза в 5 мг/л (в доступной форме хлора) должна быть вполне адекватной. Последующим эффектом в бассейне будет исчезновение "запаха хлора", проблем с дыханием и раздражением глаз.

Также хлорамины могут быть эффективно удалены с помощью ультрафиолета, пожалуй лучшего средства разрушающего хлорамины, или угольных фильтров, которые являются деозонаторами в системах озонирования. Однако следует отметить, что озонаторы будут удалять около 50% свободного хлора. Так что в бассейнах с системами озонирования воды, возможно, придётся использовать химикатов примерно на 50% больше, чем в бассейне, где не используются системы озонирования воды. Это, несомненно, повлияет как на общее солесодержание, так и на уровень pH.

ОРГАНИЧЕСКИЕ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ХЛОРАМИНЫ

Хлорноватистая кислота реагирует с аммиаком, в результате получают неорганические хлорамины. Она также реагирует с другими азотсодержащими соединениями, такими как белки и аминокислоты. Различить эти два типа хлораминов при помощи тестирования с использованием DPD реагентов невозможно. Для того чтобы удалить органические хлорамины, используется метод хлорирования воды в момент проскока и / или метод введения ударной дозы хлора, что не всегда эффективно.

Удаление органических хлораминов – это нелёгкая задача. В настоящее время, по-видимому, есть всего несколько достаточно эффективных методов борьбы с загрязнением воды в бассейне органическими хлораминами. Это такие методы, как разбавление, а также использование активированного угля либо в форме фильтров, улавливающих хлорамины, либо в деозонирующих резервуарах.

Проблемы, связанные с загрязнением воды органическими и неорганическими хлораминами, широко распространены в настоящее время. Особенно они типичны для современных плавательных бассейнов, используемых для отдыха в часы досуга, где существует тенденция помещать больше купальщиков в меньшее количество воды.

ЗНАЧЕНИЕ pH. ИЗМЕРЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ pH

Весьма важно, чтобы для тестирования pH применялись тщательно выверенные методики. Для того чтобы результаты измерений были надёжными и взаимосогласованными, следует использовать камеру с источником белого света или фотометр.

ЧТО ТАКОЕ ШКАЛА ЗНАЧЕНИЙ pH?

Шкала значений pH – это логарифмическая шкала. Она показывает, является ли раствор кислым или щелочным.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Когда значение pH = 1, то раствор является сильно кислым (например, хлористоводородная (соляная) кислота).

Когда значение pH = 14, то раствор – сильно щелочной (например, гидроокись натрия).

Когда значение pH = 7, то раствор – нейтральный (например, дистиллированная вода).

Логарифмическая сущность этой шкалы выражается в следующем:

раствор с pH = 8 в 10 (десять) раз более щелочной, чем раствор с pH = 7

раствор с $\text{pH} = 9$ в 100 (сто) раз более щелочной, чем раствор с $\text{pH} = 7$

раствор с $\text{pH} = 10$ в 1000 (тысячу) раз более щелочной, чем раствор с $\text{pH} = 7$

Таким образом, если, например, в результате тестирования воды обнаруживается, что значение pH в бассейне равно, скажем, 7,8, то сначала может показаться, что это значение не очень отличается от значения $\text{pH} = 7,4$ (как мы знаем, уровень pH в бассейне в идеале должен равняться 7,4). Но на самом деле, если вспомнить шкалу значений pH , то мы поймем, что раствор с $\text{pH} = 7,8$ довольно сильно отличается от раствора с $\text{pH} = 7,4$.

ЧТО ВОЗДЕЙСТВУЕТ НА ЗНАЧЕНИЕ pH ?

Значение pH воды в плавательном бассейне будет изменяться каждый раз, когда в эту воду будет добавляться какая-то другая субстанция, у которой значение pH отличается от того, каким должно быть значение pH воды в плавательном бассейне.

Это могут быть химикаты, используемые для обеззараживания воды, косметика, пот, шампуни, чистящие и моющие химические вещества, и, конечно, свежая вода из водопровода.

Химические вещества, используемые для очистки и обеззараживания воды в плавательном бассейне, по-разному воздействуют на значение pH . Некоторые из них повышают его, другие – понижают. Если в какой-то момент окажется, что вам трудно поддерживать значение pH на нужном уровне, то в первую очередь надо проверить качество водопроводной воды, так как именно качество водопроводной воды в первую очередь влияет на качество воды в бассейне, а значит и на значение pH в ней.

ПОЧЕМУ НЕОБХОДИМО РЕГУЛИРОВАТЬ УРОВЕНЬ pH ?

Идеальным является диапазон значений pH от 7,2 до 7,6. Лучше всего, если он будет близок к 7,4. Тому есть несколько причин:

1. Самой важной причиной является то, что значение pH влияет на эффективность донора хлора. Чем выше значение pH , тем больше хлора нужно использовать, чтобы поддерживать постоянное количество остаточного свободного хлора в воде, так как в этом случае образуется меньше хлорноватистой кислоты.
2. Вторая причина – комфортные условия для купальщиков. Все жидкости, которые есть в человеческом теле, имеют значение $\text{pH} = 7,4$. Поэтому нам неприятно плавать в бассейне, вода в котором имеет слишком высокий уровень pH или слишком низкий.
3. Третья причина – при высоком уровне pH некоторые химические соли могут выделиться в твёрдом виде из раствора, делая воду мутной, или вызывая образование осадка или накипи. Подобные реакции имеют место и при низких pH .

ХИМ.РЕАГЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПЛАВАТЕЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

Большая часть химикатов, которые используются в плавательном бассейне, будут воздействовать на уровень рН воды в бассейне. Из нижеприведённой таблицы видно, каково положение каждого из этих химических продуктов на шкале рН.

А это, в свою очередь поможет узнать, какой эффект будет оказывать каждый из этих продуктов на уровень рН воды в бассейне.

Газообразный хлор	— — — — —
Сульфат алюминия	— — —
Соляная кислота	— — — — —
Бисульфат натрия	— — — —
Таблетки трихлоризоциануровой кислоты	— — — — —
Гранулы дихлоризоцианурата натрия	—
Хлоробромистые соединения	—
Углекислый газ	— — —
Гипохлорит кальция	+ + +
Гипохлорит натрия	+ + + + + +
Карбонат натрия (кальцинированная сода)	+ + +
Бикарбонат натрия	+ +

ПОМНИТЕ, ЧТО СМЕШИВАНИЕ КИСЛОТЫ (–) СО ЩЁЛОЧЬЮ (+) МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОБРАЗОВАНИЮ ТОКСИЧНОГО ДЫМА И / ИЛИ ВЗРЫВУ. НИКОГДА НЕ СМЕШИВАЙТЕ НИКАКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ДАЖЕ ЕСЛИ ВЫ СЧИТАЕТЕ, ЧТО ОНИ ЯВЛЯЮТСЯ СОВМЕСТИМЫМИ.

Общая щёлочность

Общая щёлочность (ОЩ) характеризует количество щелочных соединений, представленных в воде бассейна, таких как карбонаты, бикарбонаты и гидроксиды. Многие недорогие приборы для тестирования не обеспечивают проверку воды на общую щёлочность, к тому же важность такой проверки часто недооценивается. Как уже было объяснено ранее, есть веские причины для того, чтобы поддерживать стабильное значение рН в пределах жёстко заданных параметров. Если бы щёлочность была низкой или её не было бы совсем, то было бы невозможно сохранять стабильное значение рН, так как вода реагировала бы с различными химическими веществами, вводимыми в бассейн. И наоборот, если общая щёлочность увеличилась бы слишком сильно, то было бы очень трудно снизить высокий уровень рН или увеличить низкий уровень рН, так как воздействие используемых химикатов усиливалось бы общей щёлочностью. Высокая общая щёлочность также будет способствовать помутнению воды и чрезмерному увеличению твёрдого осадка.

Идеальный диапазон ОЩ для гипохлорита кальция – 80 – 120 мг/л как CaCO₃

Идеальный диапазон ОЩ для гипохлорита натрия – 140 – 160 мг/л как CaCO₃.

Идеальный диапазон ОЩ для газообразного хлора – 180 – 220 мг/л как CaCO₃.