

Вода без хлора. Применение УФ – излучения и пероксида водорода для очистки воды в плавательных бассейнах и SPA.

*С.Н. Шаляпин, Т.С. Шаляпина (ООО «ХАРЬКОВСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ»),
И.Ю. Штонда (Ужгородский национальный университет), Ю.И. Штонда (ООО «ЭКВИК»)*

Качество воды плавательных бассейнов должно удовлетворять требованиям Санитарных Норм (*Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды в плавательных бассейнах*, СанПиН 2.1.2.1188 - 03). Чтобы выполнить регламент этого документа, необходимо либо осуществлять постоянную смену воды в ванне бассейна, т. е. организовать проточную систему подачи воды питьевого качества из водопровода, либо создать циркуляционную систему с устройствами очистки и обеззараживания воды. На сегодняшний день существует множество способов очистки и обеззараживания воды. Очистка воды, как правило, производится на напорных фильтрах с кварцевой загрузкой, а для обеззараживания воды применяются методы, основанные на введении в воду химических реагентов, таких как хлор, гипохлорит натрия или озон, а также метод, основанный на облучении воды ультрафиолетовыми лучами.

Введение в воду хлорсодержащих веществ, безусловно, приводит к уничтожению в воде опасных микроорганизмов, таких как бактерии и вирусы. Однако при этом в воде образуются опасные хлорорганические вещества, которые образуют токсичные соединения. Эти соединения вызывают у посетителей бассейна не только неприятные ощущения (например, стойкий запах хлорки), но и приводят к сильному раздражению кожи и слизистых оболочек, а также к отравлению организма опасными хлорорганическими веществами (например, образующимся в воде хлорамином).

Системы обеззараживания воды в бассейне ультрафиолетом можно отнести к современному и высокоэффективному методу обеззараживания, получившего наибольшую популярность из - за своей безопасности, эффективности и экономичности.

Ультрафиолетовое излучение является эффективным средством против всех присутствующих в воде микроорганизмов (включая наиболее опасные бактерии, вирусы). Наибольший бактерицидный и вирулецидный эффект ультрафиолетового излучения проявляется в диапазоне длин волн 210 – 320 нм.

В соответствии с действующими санитарными нормами СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества» для обеззараживания воды в плавательных бассейнах применяются следующие методы обеззараживания: озонирование, хлорирование, бромирование, а также ультрафиолетовое излучение с дозой не менее 16 мДж/см² вне зависимости от типа установки; для повышения надежности обеззараживания целесообразно комбинирование химических методов с УФ – излучением. Например, особенно высокой эффективностью обеззараживания обладает сочетание облучения воды ультрафиолетовым излучением с одновременным введением в обеззараживаемую воду раствора гипохлорита натрия (NaOCl), озона (O₃) или пероксида водорода (H₂O₂). При этом проявляется

так называемый синергетический (суммирующий) эффект, в результате которого эффективность обеззараживания повышается в несколько раз. Применение комбинированного метода обеззараживания воды в плавательных бассейнах позволяет не только избавиться от находящихся в воде бактерий и вирусов, но и обеспечить эффективное подавление жизнедеятельности размножающихся в воде спор грибов, плесени и водорослей. В результате чего вода приобретает повышенную прозрачность, резко снижается её цветность и исчезает (или практически исчезает при применении комбинации УФ + NaOCl) запах хлора, т.е. существенно улучшаются органолептические показатели воды. Кроме того со стен ванны бассейна полностью исчезают слизь и тёмные водоросли.

Следует отметить, что озон и пероксид водорода под воздействием ультрафиолетового излучения быстро разлагаются на активный кислород и воду. В результате чего, концентрация озона или пероксида водорода в находящейся в ванне бассейна воде снижается до предельно – допустимого уровня (ПДК) и не оказывает какого – либо вредного воздействия на находящиеся в бассейне людей.

При применении обработки воды при помощи ультрафиолетового излучения и гипохлорита натрия в обеззараженной воде остаётся небольшое количество хлора (0,1 – 0,3 мг/л). Стоит отметить, что такая остаточная концентрация хлора в воде не вызывает особо отрицательных реакций со стороны посетителей бассейнов.

Ниже приведена сравнительная таблица эффективности различных методов обработки воды, которые применяются для обеззараживания воды в бассейнах.

Сравнительные эффективность различных методов обработки воды в бассейне

Свойства	Эффективность обработки						
	NaOCl	Озон (O ₃)	УФ	УФ + NaOCl	УФ + H ₂ O ₂	УФ + Озон	Озон + УФ + H ₂ O ₂
Уничтожение бактерий и вирусов	+	++	++	++	+++	+++	+++
Наличие в воде остаточного хлора, раздражение глаз и слизистых оболочек	+++	-	-	±	-	-	-
Деструкция устойчивых патогенных микроорганизмов	±	+	+	+	++	++	+++
Образование токсинов	+	±	-	-	-	-	-
Окислительная способность	±	++	±	+	++	++	+++
Деструкция органических соединений	±	++	±	±	++	++	+++
Снижение цветности и запахов, улучшение органолептических показателей воды	-	++	±	+	++	++	+++

Снижение ХПК	+	+	+	+	++	++	+++
Деструкция хлораминов	-	±	±	-	+	+	++
Повышение прозрачности воды	+	++	-	+	++	++	++

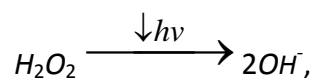
Методы обеззараживания воды, основанные на применении УФ - излучения доказали свою высокую эффективность при обеззараживании воды в плавательных бассейнах. При этом особый интерес представляет собой применение комбинированных методов обработки воды при помощи ультрафиолетового излучения и таких окислителей как озон и пероксид водорода. Применение этих методов позволяет не только обеспечить высокую эффективность уничтожения, находящихся в воде, болезнетворных бактерий и вирусов, но и исключить загрязнение воды хлором и, образующимися при контакте хлора с находящимися в воде органическими загрязнениями, токсичными хлорорганическими соединениями. Кроме того применение комбинации ультрафиолетового излучения с озоном и/или пероксидом водорода обеспечивает снижение цветности воды, деструкцию находящихся в воде органических загрязнителей (мочевина и др.), а также эффективное уничтожение грибов, плесени и водорослей. При этом обработанная таким образом вода приобретает улучшенные органолептические показатели, такие как привкус, запах, цвет, прозрачность и исчезает раздражение слизистых оболочек, так характерных для методов обработки воды при помощи хлорсодержащих реагентов. Вода в бассейне становится чистой и прозрачной, при этом из воды полностью устраняются посторонние запахи и привкусы.

Как отмечалось ранее комбинированные методы обработки воды с применением УФ излучения и озона (УФ + O₃) или пероксида водорода (УФ + H₂O₂) более предпочтительны для обеззараживания и очистки воды в бассейнах. При выборе того или иного метода следует обратить внимание на экономическую целесообразность и технологическую возможность их применения. Так, для применения метода обработки воды комбинированным методом с применением УФ излучения и озона (УФ + O₃) необходимо учитывать, что озон является токсичным и очень неустойчивым газом. Поэтому применение этого метода предусматривает приобретение специального озонатора и системы для ввода озона в воду. При этом необходимо также учитывать, что озон до поступления в ванну бассейна должен полностью прореагировать так, чтобы концентрация остаточного озона над зеркалом воды в ванне бассейна не превышала уровень предельно – допустимой концентрации (ПДК < 0,1 мг/м³). Кроме того, получение озона связано со значительными энергозатратами (13 - 16 кВт · ч/кг O₃).

Применение метода обработки воды основанного на совместном действии ультрафиолетового излучения и пероксида водорода (УФ + H₂O₂) свободно от выше перечисленных неудобств. Пероксид водорода представляет собой бесцветную жидкость, ввод которого в воду может осуществляться при помощи широко распространённых дозирующих насосов, т.е. применение пероксида водорода не изменяет широко распространённую технологию обеззараживания воды гипохлоритом натрия. Единственным дополнением является введение в существующую схему очистки воды ультрафиолетового стерилизатора. Таким образом, применение этого метода не связано ни с существенными капитальными затратами, ни с большими эксплуатационными расходами.

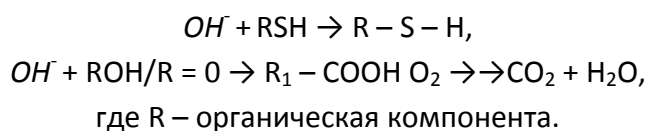
Принцип очистки и обеззараживания воды в бассейне методом её комбинированной обработки ультрафиолетовым излучением и пероксидом водорода основан на явле-

нии фотолиза пероксида водорода под действием УФ излучения. При ультрафиолетовом облучении пероксида водорода происходит его разложение и образование свободных радикалов OH^\cdot



которые являются сильнейшим окислителем и способны разрушать многие устойчивые соединения, в том числе и находящиеся в воде простейшие микроорганизмы (например, цисты лямблий), споры грибов, плесень, водоросли и органические соединения, вызывающие увеличение цветности воды и придающие воде зеленоватый цвет и неприятный запах.

Образующиеся в результате фотолиза свободные радикалы не являются стойкими веществами, они быстро разлагаются на воду и кислород, которые абсолютно безопасны для посетителей бассейна.



Установка обеззараживания воды в бассейне комбинированным действием УФ излучения и пероксида водорода ВОДОГРАЙ® В – 30Б, производительностью 30 м³/ч.

Время рекомбинации пероксида водорода и образующихся при его фотолизе свободных радикалов составляет 15 – 30 минут. Этого времени вполне хватает не только для дезинфекции воды в бассейне, но и для улучшения санитарно – гигиенических показателей ванны бассейна, т.е. для уничтожения растворённых в воде и находящихся на поверхности стен ванны слизи, водорослей и других органических загрязнителей, ухудшающих качество воды в бассейне. К тому же учитывая, что для обеззараживания воды достаточ-

но применения только одного ультрафиолетового излучения, комбинированную обработку воды УФ излучением и пероксидом водорода можно проводить только в ночное время, когда в бассейне нет посетителей. При таком режиме обработки, даже теоретически исключаются какие – либо неудобства (в основном психологического характера), связанные с применением пероксида водорода.

Обобщая всё выше изложенное можно отметить следующее:

- ✓ совместное применение УФ излучения и пероксида водорода позволяет не только избавиться от находящихся в воде бактерий и вирусов, но и обеспечить эффективное подавление жизнедеятельности размножающихся в воде микроорганизмов, вызывающих цветение воды и придающих ей болотный запах;
- ✓ при УФ облучении растворённого в воде пероксида водорода (УФ + H₂O₂) происходит его разложение с образованием в воде свободных радикалов группы OH[·], которые обладают высокой окислительной способностью и способны разрушать многие устойчивые соединения, в том числе и находящиеся в воде простейшие микроорганизмы (например, цисты лямблий), споры грибов, плесень, водоросли и органические соединения, вызывающие цветение воды и придающие ей зеленоватый оттенок и неприятный запах;
- ✓ в результате применения УФ излучения и пероксида водорода вода становится чистой и прозрачной, со стен ванны бассейна исчезают слизь и тёмные водоросли;
- ✓ под действием УФ излучения пероксид водорода быстро разлагается на кислород и воду, и не оказывает вредного воздействия на находящихся в бассейне людей;
- ✓ пероксид водорода представляет собой бесцветную жидкость, ввод которого в воду может осуществляться при помощи широко распространённых дозирующих насосов, т.е. применение пероксида водорода не изменяет широко распространённую технологию обеззараживания воды гипохлоритом натрия. Единственным дополнением является введение в существующую схему очистки воды УФ стерилизатора, что не связано ни с существенными капитальными затратами, ни с большими эксплуатационными расходами.

Можно выделить следующие основные преимущества обработки воды с применением УФ излучения и пероксида водорода в плавательных бассейнах:

- ✓ полностью исключается присутствие в воде токсичного хлора и его соединений, в связи, с чем не раздражаются слизистые оболочки глаз и кожа;
- ✓ повышается прозрачность воды;
- ✓ вода приобретает голубоватый оттенок;
- ✓ отсутствует запах хлора (в связи, с чем дышится легко и приятно);

- ✓ вода насыщается активным кислородом, который благотворно воздействует на кожу и весь организм посетителей бассейна, значительно повышая их жизненный тонус и настроение.

Применение для обеззараживания воды в бассейне УФ излучения и пероксида водорода позволяет существенно снизить количество используемых для очистки воды коагулянтов и флокулянтов, значительно снизить затраты на очистку воды, существенно повысить эффективность очистки и наконец достигнуть главного – исключить хлор и сделать воду в бассейне чистой, прозрачной и безопасной.

На сегодняшний день в Украине налажен выпуск современных установок для очистки воды в плавательных бассейнах с применением УФ излучения и пероксида водорода. Так, выпускаемые ХАРЬКОВСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПАНИЕЙ установки серии ВОДОГРАЙ® отличаются высокой эффективностью, экономичностью и надёжностью в работе.