

ОЗОНИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ

Целью данной работы является заострение внимания на проблеме обеззараживания воды в плавательных бассейнах. Наш век быстрого технического прогресса постоянно требует совершенствования методов решения задач различного характера. Поэтому автором рассматриваются способы обеззараживания воды в плавательных бассейнах, применяемые как в прошлом, настоящем и имеющие перспективу в будущих периодах использования, например, таким как озонирование. Обзор делается с учётом уже закрепившихся на практике и проверенных временем технологий, а также современных разработок, освоенных в западных странах.

Следует отметить актуальность данной темы, т. к. в настоящее время озонирование является универсальным методом обработки воды, позволяющим эффективно воздействовать на большое число различных загрязнителей искусственного и естественного происхождения с одновременным обеззараживанием вод.

За рубежом в последнее десятилетие заметно увеличилось число плавательных бассейнов различного назначения: спортивных, общественных, частных и медицинских. Для предупреждения отрицательных последствий, которые могут быть вызваны попаданием в бассейн различного рода загрязнений, необходимо уделять постоянное и неослабное внимание качеству обработки воды. В качестве примера можно назвать наиболее крупные спортивные бассейны в Ване, Туре, Ливри, Белфорте (Франция), Киршиде (Германия) и медицинский бассейн в Барселоне (Испания). В них применяется озонирование как способ очистки и дезинфекции рециркуляционных вод [1].

Поэтому недостатки метода озонирования (высокая стоимость, токсичность и др.) не могут служить причиной его ограничения использования в технике обработки воды. Длительный опыт использования озона и эксплуатация озонаторных установок убеждает в том, что этот метод является высокоэффективным. Дальнейшее совершенствование техники озонирования, исключит свойственные методу недостатки, сделает его доступным, и он получит широкое применение и в нашей стране.

Первые опыты по дезинфекции воды озоном были осуществлены около 100 лет назад во Франции (1886 г.) в лаборатории Меритана. Пятью годами позже в Германии были проведены опытные испытания обработки промышленной установки по дезинфекции воды. В 1893 г. Шнеллер, Ван-дер-Слеем и Тиндал осуществляют строительство промышленных озонаторов в Голландии. После длительных успешных испытаний, в результате которых отмечалось эффективное воздействие озона на бактерии, один из этих озонаторов экспонировался на гигиенической выставке в Париже.

В годы, предшествующие Первой мировой войне, и в последние десятилетия интерес к озону несколько снизился, что объяснялось использованием менее дорогого и более доступного хлора, производство которого ввиду военной ситуации находилось на достаточно высоком уровне. В этот период лишь в США продолжались глубокие исследования возможностей озона, в частности, для дезодорации и удаления привкуса воды.

В 1936 г. во Франции насчитывалось более 100 озонаторных станций, в других странах — около 40. Однако озонирование использовалось на конечной стадии обработки воды. Традиция была нарушена лишь в последние три десятилетия после обнаружения и реального использования флоккулирующего эффекта, возникающего при озонировании (мицеллизация-демицеллизация), а также обоснование явлений синергизма, свойственных озонированию [1].

Озон представляет собой аллотропическую модификацию кислорода, поэтому является сильным окислителем. При нормальной температуре он самопроизвольно диссоциирует, особенно в воде. С повышением температуры воды распад озона увеличивается [2].

Согласно современным представлениям, механизм обеззараживания воды озоном основан на его способности инактивировать энзимы (сложные органические вещества белковой природы), содержащиеся в животных и растительных организмах.

Озон применяется не только для обеззараживания воды, но и для улучшения её физических и органолептических свойств – обесцвечивания и дезодорации. Озоном уничтожаются бактерии, споры, вирусы и разрушаются органические вещества, растворённые в воде. Озон более эффективен, чем хлор, при уничтожении спор и разрушении плотных оболочек одноклеточных микроорганизмов, микроводорослей и простейших (патогенные микроорганизмы уничтожаются озоном в 15-20 раз быстрее, а споровые формы бактерий - в 300-600 раз быстрее, чем хлором [3]).

Снижение цветности воды при озонировании возрастает с повышением значения pH. Применение озона эффективно также для устранения из воды железа и марганца, при этом растворимые соли преобразуются в нерастворимые, легко задерживаемые фильтрованием.

Вода, обработанная озоном, приобретает красивую голубую окраску, а растворённые в воде минеральные вещества не изменяют своего состава. Озон не влияет на природные свойства воды, а избыток его в воде не ухудшает её качества. Озон получают из предварительно очищенного и осушенного воздуха, пропуская его между электродами при действии электроразряда переменного тока высокого напряжения (около 2000 В). Смешивание воды с озонированным воздухом производят в эмульсаторе (смесителе). На получение 1 кг озона расходуется 20-30 кВт ч электроэнергии [2].

По сравнению с хлорированием озонирование имеет ряд преимуществ: а) озон получают на месте (в отличие от привозного хлора); б) озон не вызывает раздражения слизистой оболочки глаз и носа даже при избыточном его содержании в воде. Однако озонированию присущи и существенные недостатки: большие затраты на оборудование и эксплуатацию; быстрое улетучивание озона из воды; малая предельно допустимая концентрация озона в воздухе ($0,1 \text{ мг/м}^3$) [2].

Загрязнения, вносимые в воду бассейна купающимися и попадающие из атмосферы, могут быть разделены на две категории: а) минеральные и органические вещества; б) микроорганизмы. Минеральные и органические соединения присутствуют в воде в форме взвешенных веществ (атмосферная пыль, частицы кожного покрова, волосы и пр.), коллоидов (выделение желез внутренней секреции, кремы, помада и др. косметические продукты) и растворённых соединений (пот, моча и т. д.). Микроорганизмы в водной среде плавательного бассейна представлены в основном бактериями (например, стафилококками), вирусами и грибами.

Степень загрязнённости воды находится в прямой пропорциональной зависимости от числа купающихся. При пользовании бассейном одним человеком вносится около 3 г органических загрязнений, из которых 35-40% приходится на долю органического углерода. Интересно отметить, что загрязнения распределяются неравномерно по глубине бассейна. Например, бактериальное загрязнение на поверхности воды в 2-3 раза выше, чем на глубине 50 см, поэтому при разработке технологических схем очистки циркуляционных вод следует уделять внимание не только выбору методов обработки, но также и вопросам водоотведения и создания наилучших условий перемешивания [1].

Для очистки циркуляционной воды в бассейне может быть использована следующая схема. Вода, вытекающая из верхних бортовых отводов бассейна (30% общего расхода), поступает на предварительную фильтрацию, а после – на станцию озонирования. Остальная часть воды (70% общего расхода) смешивается с очищенной водой (рис. 1).

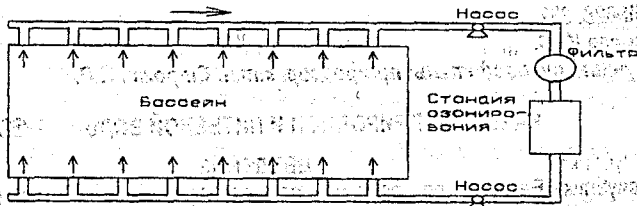


Рис. 1. Технологическая схема очистки циркуляционных вод

Простейшая схема установки для озонирования воды показана на рис. 2.

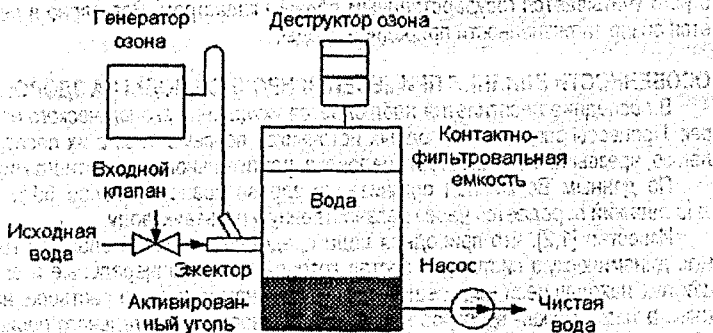


Рис. 2. Схема простейшей установки озонирования

Обрабатываемая вода поступает на вход системы эжекторов контактно-фильтровальной ёмкости (КФЕ). В газовые входы эжекторов, соединенные с озонатором, подсаывается озono-воздушная смесь и смешивается с потоком воды. Пройдя через эжектор и насыщаясь озоном, вода попадает в контактный объем КФЕ. Там происходит окисление железа, марганца, растворенных хлорорганических и органических соединений, сероводорода до нерастворимых соединений. Далее вода проходит через фильтрующую загрузку, состоящую из активированного коксового угля, где фильтруются железо и марганец, каталитически доокисляются продукты озонирования органических соединений и устраняется остаточный растворенный озон. Далее вода из КФЕ с помощью насоса возвращается в резервуар бассейна. Деструктор предназначен для удаления избыточного, т.е. не прореагировавшего с обрабатываемой водой озона.

В режиме регенерации (промывки) вода направляется в нижнюю часть КФЕ, обеспечивая процесс обратной промывки фильтрующей загрузки. В течение обратной промывки зернистого фильтра КФА вода поступает в его нижнюю часть, взрыхляя загрузку, и далее самотеком сливается в канализацию.

Дозу озона в плавательных бассейнах выбирают в зависимости от режима работы системы водообмена; она колеблется от 0,2 до 2 мг/л. Продолжительность контакта воды с озоном ограничивается 1-5 мин. Расход энергии для обеззараживания 1 м³ воды составляет 120 Вт [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов В.А. Озонирование воды. - М.: Стройиздат. 1984. - 88 с.
2. Кедров В.С., Рудзинский Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. - М.: Стройиздат. 1991. - 160 с.
3. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. - Киев: Высшая школа, 1986. - 352 с.