

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**Борисенко К.И., к.т.н., ассистент**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Водопотребление во многих крупных городах, в том числе и в Одессе, уменьшилось. Это обусловлено тем, что тарифы на воду и электроэнергию постоянно повышаются, а это вынуждает потребителей экономить эти ресурсы. Снижение водопотребления приводит к снижению скоростей движения воды по трубопроводам и, как следствие, к увеличению времени пребывания воды в них. При этом возрастает эпидемиологическая опасность, что требует применения современных технологий кондиционирования и обеззараживания воды. С подобными проблемами столкнулись многие водоснабжающие организации как в Украине, так и в других странах.

На водопроводных станциях традиционным методом обеззараживания питьевой воды является хлорирование. Этот метод основан на способности хлора и его соединений угнетать ферментные системы микробов, катализирующие окислительно-восстановительные процессы. Несмотря на определенные недостатки, хлор и его соединения обладают длительным обеззараживающим действием, поддерживают эпидемиологическую безопасность питьевой воды при транспортировке к потребителю по водопроводной сети большой протяженности.

Исследования последних лет показали, что хлорирование не полностью гарантирует безопасность питьевой воды по микробиологическим показателям. Данному методу присущи существенные технологические недостатки, в частности, невысокая эффективность в отношении вирусов. Ряд патогенных микроорганизмов обладает устойчивостью к действию хлора и его производных (хлоррезистентностью). В эпидемиологическом плане особую опасность представляют вирусы, которые по сравнению с бактериями более устойчивы к воздействию химических дезинфицирующих реагентов и физических факторов окружающей среды.

Так, например, гиперхлорирование на ВОС «Днепр» и вторичное хлорирование на подстанции г.Южный (Украина) не обеспечивало инактивацию вирусов в водопроводной воде, что периодически явля-

лось следствием вспышек кишечных заболеваний, имеющие водную этиологию, тем самым привело к необходимости вторичного обеззараживания воды на подстанции диоксидом хлора.

Результаты санитарно-бактериологических и санитарно- вирусологических исследований [1] свидетельствовали, что за период проведения исследований вода после обеззараживания диоксидом хлора имела концентрацию остаточного свободного хлора ниже в обработанной воде, отвечала гигиеническим требованиям [2], в том числе не содержала антигены вирусов, что позволило получить разрешение Минздрава Украины на постоянно действующую хлордиоксидную установку вторичного обеззараживания водопроводной воды в г.Южном. Стоит отметить, что опыт применения диоксида хлора на различных стадиях технологического процесса обработки водопроводной воды уже более 30 лет в таких странах как США, Германия, Франция и др.

Рассмотрим также внедрения передовых технологий подготовки питьевой воды в других странах, на примере водопроводных станций Санкт-Петербурга (Россия), где с целью сохранения обеззараживающего эффекта при транспортировке питьевой воды по водопроводным сетям, а также для предотвращения образования хлорфенолов и тригалометанов помимо дозирования хлора осуществлялась предварительная аммонизация воды гидроксидом аммония.

В 2003–2008 годах на водопроводных станциях Санкт-Петербурга была проведена комплексная модернизация системы обеззараживания воды, включающая замену реагентов (сжиженного хлора — гипохлоритом натрия, аммиачной воды — сульфатом аммония) и внедрение технологии ультрафиолетового облучения очищенной воды. Санкт-Петербург стал первым в мире мегаполисом, где весь объем водопроводной воды обеззараживается в две ступени с использованием химического (гипохлорит натрия в сочетании с сульфатом аммония) и физического (ультрафиолетовое облучение) методов обработки [3].

Ультрафиолетовое обеззараживание имеет следующие преимущества: сокращение времени проведения технологических процессов; компактность установок; неизменность вкусовых качеств и химических свойств воды; простота технологического оборудования; повышение экологичности процесса, а также его существенное удешевление. Суммарная пропускная способность комплекса УФ-облучения на водопроводных станциях Санкт-Петербурга составляет 5 645 720 м<sup>3</sup>/сут.

Обширную работу по совершенствованию технологий очистки и обеззараживания воды также выполнили сотрудники ОАО «Нижегородский Водоканал» в сотрудничестве с представителями НПО «ЛИТ».

С одной стороны, требовалось повысить эффективность очистки и обеззараживания воды, а с другой, — создать условия, при которых собственно процесс очистки не добавлял бы в воду нежелательных побочных продуктов. Все это привело к необходимости пересмотра традиционных схем водоподготовки и дополнения их новыми элементами. Современная концепция водоподготовки подразумевает рациональное использование одновременно нескольких методов для создания многобарьерной защиты и получения наилучшего качества питьевой воды. Этот подход в настоящее время в полной мере реализован на Слудинской водопроводной станции в Нижнем Новгороде, первой в России станции, на которой помимо оптимизации традиционного процесса очистки воды совместно используются такие современные технологии, как озонирование и ультрафиолетовое обеззараживание [4].

Первоочередным мероприятием, направленным на повышение качества питьевой воды, является оптимизация технологических процессов и работы сооружений. На Слудинской водопроводной станции для достижения этой цели, прежде чем инвестировать средства в новые технологии, были использованы все имеющиеся ресурсы. В частности, в период с 1995 по 2004 г. проводилась реконструкция осветлителей и скорых фильтров. В осветлителях были установлены рециркуляторы осадка, а в фильтрах предусмотрен колпачковый дренаж. Эти мероприятия позволили значительно улучшить работу первой и второй ступеней очистки и повысить качество питьевой воды. В 1996 г. на станции стали использовать флокулянты «Феннопол» и «Праестол» и перешли на автоматическое растворение и дозирование этих реагентов.

С 1991 г. на Слудинской станции используется преаммонизация с целью снижения образования хлорорганических соединений в питьевой воде. Известно, что основная масса побочных продуктов хлорирования формируется при взаимодействии активного хлора с неочищенной водой, т. е. на этапе первичного хлорирования. Образующийся в присутствии аммиака связанный хлор (хлорамины) гораздо менее активен, дольше сохраняется в воде и в значительно меньшей степени, чем свободный хлор, способствует образованию побочных продуктов. Введение аммиака во всасывающие водоводы насосных станций первого подъема позволило:

- сократить концентрацию хлорорганических соединений в питьевой воде на 60-80% – содержание хлороформа не превышает 0,01 мг/л при ПДК 0,2 мг/л;
- уменьшить расход хлора на 40-50%;
- значительно снизить образование хлорфенольных запахов при поступлении в водоисточник фенолов или нефтепродуктов;

- улучшить санитарное состояние технологических сооружений и распределительной сети — количество нестандартных проб по микробиологическим показателям снизилось до 1,5ч 2% по сравнению с установленным СанПиН 2.1.4.1074-01 значением – 5%.

Следующим шагом по совершенствованию станции стал переход на обеззараживание воды с использованием гипохлорита натрия (NaClO). Гипохлорит натрия обеспечивает эффективное обеззараживание и защиту от большинства известных патогенных бактерий, грибковых инфекций, простейших. По некоторым данным [3], в ряду наиболее эффективных дезинфицирующих веществ стоит озон и после него гипохлорит натрия.

Неэффективность действия гипохлорита натрия против вирусов компенсируется следующей ступенью очистки (барьером) — установкой УФ-обеззараживания.

Переход на обеззараживание питьевой воды гипохлоритом натрия ликвидирует потенциальную опасность, связанную с хранением и применением жидкого хлора, для жизни и здоровья людей. Затраты же на ликвидацию последствий разгерметизации емкости с многотонным запасом жидкого хлора, хранящегося на площадке очистного сооружения вблизи жилой застройки, вообще предсказать невозможно.

Отказавшись от использования хлора для первичного хлорирования, для окисления органических соединения применили озон. Первичное озонирование позволило улучшить качество питьевой воды по всем показателям, особенно ощутимый эффект был получен в области снижения образования побочных продуктов: остаточного алюминия и хлороформа, содержание которых снизилось на 90 и 45% соответственно. Расход хлора сократился в среднем на 17%, а расход коагулянта более чем в 10 раз. Несмотря на увеличение потребления электроэнергии на производство озона, общие расходы на реагенты и электроэнергию сократились на 40%.

Ультрафиолетовое обеззараживание находит все более широкое применение в технологических схемах подготовки питьевой воды. Основным аргументом в пользу ультрафиолетового облучения является необходимость обеспечения обеззараживания в отношении устойчивых к хлору микроорганизмов: вирусов и цист простейших. Благодаря высокой эффективности в отношении всех видов микроорганизмов и отсутствию образования побочных продуктов УФ-облучение хорошо вписывается в концепцию множественных барьеров. Даже в многоступенчатых схемах очистки, включающих сорбцию и (или) мембранную фильтрацию и обратный осмос, УФ-облучение применяется в качестве конечного гаранта безопасности воды.

Еще одним преимуществом совместного использования УФ-облучения и озонирования является то, что озон повышает прозрачность воды для УФ-лучей и таким образом снижает затраты электроэнергии на УФ-обеззараживание. Этот эффект наиболее характерен для воды, содержащей большое количество органических веществ и имеющей исходный коэффициент УФ-пропускания ниже 90%.

На Слудинской водопроводной станции в Нижнем Новгороде реализована технологическая схема водоподготовки, обеспечивающая многоступенчатую очистку и обеззараживание питьевой воды на основе совместного использования современных технологий озонирования и ультрафиолетового облучения.

Предварительная обработка воды хлораминами и применение гипохлорита натрия минимизирует образование хлорорганических соединений и поддерживает надлежащее санитарное состояние очистных сооружений.

Озонирование повышает эффективность последующей очистки воды, позволяет снизить расход коагулянта и хлора, создает первичный барьер от микробного загрязнения, достигается высокая прозрачность воды для УФ-лучей, что делает ультрафиолетовое обеззараживание более экономичным. Обработка воды гипохлоритом натрия и ультрафиолетом на заключительном этапе очистки создает надежный барьер от любых инфекций и гарантирует эпидемиологическую безопасность питьевой воды./4/

### ***Выводы***

Рассмотренные методы обеззараживания воды позволяют сделать следующие выводы:

1. Обеззараживание воды диоксидом хлора позволяет снизить концентрацию свободного хлора. Вода отвечает гигиеническим требованиям, не содержит антигены вирусов, т.е. является эпидемиологически безопасной.

2. Благодаря совместному использованию гипохлорита натрия и ультрафиолетового облучения воды позволило существенно повысить надежность обеззараживания, бактериологическую и эпидемиологическую безопасность питьевой воды.

3. Внедрение современных технологий хлораммонизации, озонирования, оптимальной системы коагуляции, обеззараживания ультрафиолетом позволили добиться их максимальной эффективности, сни-

зять влияние негативных побочных эффектов и обеспечить высокое качество питьевой воды.

### **Summary**

**The article is devoted to the problem of providing drinking water' epidemiological safety as the example of the analysis modern technologies of water conditioning and disinfection either in Ukraine or in other countries.**

### *Литература*

1. ДСанПіН №383 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» -Київ: МОЗ України -1996.-21с.
2. Н.Ф. Петренко, А.В. Мокиенко «Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки» - Одесса: Изд-во «Optimum» 2005,- 48бс.
3. Кинебас А.К. и др. Внедрение двухступенчатой схемы обеззараживания воды на водопроводных станциях С.Петербурга.- Водоснабжение и санитарная техника, №2, 2010.- с.36-42.
4. Павлов А.А.,Дзиминскас Ч.А. , Костюченко С.В. , Зайцева С.Г. Современные технологии подготовки питьевой воды на Слудинской водопроводной станции Нижнего Новгорода.
5. Корттунен Э. Водоснабжение. — СПб: Новый журнал, 2005.