

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В. Бахир, д.т.н.. профессор ОАО "НПО ЭКРАН" МЗ РФ

Основные критерии качества питьевой воды, сформулированные в середине двадцатого века, состоят в следующем: питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и обладать благоприятными органолепти-ческими свойствами.

В настоящее время эти критерии приняты во всем мире. На их основе в различных странах создаются нормативные документы в области качества питьевой воды, в т.ч. в России - СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества". Эти же критерии положены в основу Руководства по контролю качества питьевой воды, изданного Всемирной организацией здравоохранения в 1984 и 1994 гг.

При оценке степени риска здоровью в зависимости от природы нежелательных примесей в воде, наиболее важную роль играют микробиологические загрязнения. Так, исследования доктора Роберта Тардиффа (США) показали, что опасность заболеваний от микробиологических загрязнений воды во много тысяч раз выше (до 100 000 раз), чем при загрязнении воды химическими соединениями различной природы.

Эта оценка нагляднее всего проявляется в существующей практике дезинфекции питьевой воды в большинстве развитых стран. Например, в США 98,6% питьевой воды подвергается хлорированию. Озонирование составляет только 0,37%, остальные методы - 0,75%. Причина состоит в том, что хлорирование - наиболее экономичный и эффективный метод обеззараживания питьевой воды в сравнении с любыми другими известными методами.

Хлорирование обеспечивает микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети в любой момент времени благодаря эффекту последствия. Все остальные методы обеззараживания воды, не исключая озонирование и ультрафиолет, не обеспечивают обеззараживающего последствия и, следовательно, требуют хлорирования на одной из стадий водоподготовки. Это правило не является исключением и для России, где все имеющиеся системы озонирования питьевой воды муниципальных водораспределительных сетей работают совместно с оборудованием для хлорирования.

Одним из недостатков хлорирования воды является образование побочных продуктов - галогенсодержащих соединений (ГСС), большую часть которых составляют тригалометаны (ТГМ): хлороформ, дихлорбром-метан, дибромхлорметан и бромформ. Образование тригалометанов обусловлено взаимодействием соединений активного хлора с органическими веществами природного происхождения. Процесс образования тригалометанов растянут во времени до нескольких десятков часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем выше pH воды.

Поэтому применение гипохлорита натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригалометанов. Наиболее рациональным методом уменьшения побочных продуктов хлорирования является снижение концентрации органических веществ - предшественников тригалометанов на стадиях очистки воды до хлорирования.

В настоящее время предельно допустимые концентрации для веществ, являющихся побочными продуктами хлорирования, установлены в различных развитых странах в пределах от 0,06 до 0,2 мг/л и соответствуют современным научным представлениям о степени их опасности для здоровья. Научная дискуссия о способности этих веществ вызывать рак и проявлять мутагенную активность, длившаяся в США в течение многих лет, завершилась признанием их безопасности в указанном выше диапазоне концентраций.

Однако, безусловно, уменьшение концентрации побочных продуктов хлорирования, точно так же, как и побочных продуктов озонирования, представляющих гораздо большую опасность (см. табл. 1), чем побочные продукты хлорирования, является одной из основных причин поиска новых технологий и средств обеззараживания питьевой воды.

В таблице 1 приведены сведения о достоинствах и недостатках известных основных и альтернативных методов и технологий обеззараживания воды.

Анализ этих данных позволяет увидеть, что среди известных методов нет идеального, точно так же, как не существует рецепта "идеальной" питьевой воды при всей важности влияния ее состава на здоровье человека. Очевидно, что состав и свойства питьевой воды определяются географическими, геологическими, климатическими, гидрологическими условиями и региональными различиями в степени и характере хозяйственного освоения территории.



Поэтому регламентация качества питьевой воды в развитых странах основана на достоверных, научно обоснованных нормативах ее микробиологического (приоритетный показатель) и химического состава с позиций безопасности и безвредности для человека и определяет порядок контроля качества подаваемой населению воды, наиболее полно учитывающий региональные условия формирования и состав воды источника, а также применяемые методы водоподготовки и доставки воды потребителям. Для современных технологий дезинфекции воды наиболее важной задачей является поиск метода, объединяющего лучшие качества известных дезинфектантов (таблица 1) и устраняющего их отрицательные качества.

Табл. 1. Характеристики некоторых дезинфектантов воды

Наименование и характеристика дезинфектанта	Достоинства	Недостатки
---	-------------	------------

Основные дезинфектанты		
Хлор Применяется в газообразном виде, требует соблюдения строжайших мер безопасности	• эффективный окислитель и дезинфектант; • эффективен для удаления неприятного вкуса и запахов; • обладает последствием ; • предотвращает рост водорослей и биообрастаний; • разрушает органические соединения (фенолы); • окисляет железо и магний; • разрушает сульфид водорода, цианиды, аммиак и другие соединения азота.	• повышенные требования к перевозке и хранению • потенциальный риск здоровью в случае утечки • образование побочных продуктов дезинфекции - тригалометанов (ТГМ). • образует броматы и броморганические побочные продукты дезинфекции в присутствии бромидов
Гипохлорит натрия Применяется в жидком и гранулированном виде (товарная концентрация растворов - 10-12%), возможно получение на месте применения электрохимическим способом	• эффективен против большинства болезнетворных микроорганизмов; • относительно безопасен при хранении и использовании; • при получении на месте не требует транспортировки и хранения опасных химикатов;	• неэффективен против цист (Giardia, Cryptosporidium); • теряет активность при длительном хранении; • потенциальная опасность выделения газообразного хлора при хранении; • образует побочные продукты дезинфекции, включая

		тригалометаны, в том числе бромформ и броматы в присутствии бромидов; • при получении на месте требует либо немедленного использования, либо, для обеспечения возможности хранения, специальных мер по очистке исходной воды и соли от ионов тяжелых металлов; • при хранении растворов NaClO с концентрацией активного хлора более 450 мг/л и pH более 9 происходит накопление хлоратов;
Диоксид хлора Получают только на месте применения. В настоящее время считается самым эффективным дезинфектантом из хлорсодержащих реагентов для обработки воды при повышенных pH.	• работает при пониженных дозах; не образует хлораминов; • не способствует образованию тригалометанов; • разрушает фенолы - источник неприятного вкуса и запаха; • эффективный окислитель и дезинфектант для всех видов микроорганизмов, включая цисты (Giardia, Cryptosporidium)	• обязательно получение на месте применения; • требует перевозки и хранения легковоспламеняющихся исходных веществ; • образует хлораты и хлориты; • в сочетании с некоторыми материалами и веществами приводит к проявлению специфического запаха и вкуса;

	- и вирусов; • не образует броматов и броморганических побочных продуктов дезинфекции в присутствии бромидов; • способствует удалению из воды железа и магния путем их быстрого окисления и осаждения оксидов	
Хлорамин Образуется при взаимодействии аммиака с соединениями активного хлора, используется как дезинфектант пролонгированного действия	• обладает устойчивым и долговременным последствием; • способствует удалению неприятного вкуса и запаха; • снижает уровень образования тригалометанов и других хлорорганических побочных продуктов дезинфекции; • предотвращает образование биообрастаний в системах распределения;	• слабый дезинфектант и окислитель по сравнению с хлором; • неэффективен против вирусов и цист (Giardia, Cryptosporidium); • для дезинфекции требуются высокие дозировки и пролонгированное время контакта; • представляет опасность для больных, пользующихся диализаторами, т. к. способен проникать сквозь мембрану диализатора и поражать эритроциты; • образует азотсодержащие побочные продукты;

Альтернативные дезинфектанты

Озон

Используется на протяжении нескольких десятков лет в некоторых европейских странах для дезинфекции, цвета, улучшения вкуса и устранения запаха

- сильный дезинфектант и окислитель;
- очень эффективен против вирусов; наиболее эффективен против *Giardia*, *Cryptosporidium*, а также любой другой патогенной микрофлоры;
- способствует удалению мутности из воды;
- удаляет посторонние привкусы и запахи;
- не образует хлорсодержащих тригалометанов;

- образует побочные продукты, включающие: альдегиды, кетоны, органические кислоты бромсодержащие тригалометаны (включая бромформ), броматы (в присутствии бромидов), пероксиды, бромуксусную кислоту;
- необходимость использования биологически активных фильтров для удаления образующихся побочных продуктов;
- не обеспечивает остаточного дезинфицирующего действия;
- требует высоких начальных затрат на оборудование;
- значительные затраты на обучение операторов и обслуживание установок;
- озон, реагируя со сложными соединениями, расщепляет их на фрагменты, являющиеся питательной средой для микроорганизмов в системах распределения

		воды;
Ультрафиолет Процесс заключается в облучении воды ультрафиолетом, способным убивать различные типы микроорганизмов	• не требует хранения и транспортировки и химикатов; • не образует побочных продуктов; • эффективен против цист (Giardia, Cryptosporidium);	• нет остаточного действия; • требует больших затрат на оборудование и техническое обслуживание; • требует высоких операционных (энергетических) затрат; • дезинфицирующая активность зависит от мутности воды, ее жесткости, (образования отложений на поверхности лампы), осаждения органических загрязнений на поверхности лампы, а также колебаний в электрической сети, влияющих на изменение длины волны; • отсутствует возможность оперативного контроля эффективности обеззараживания воды;