

УДК 502.5(204)(063)

## ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**Псахис Б.И.**

ГП «НТИЦ «Водообработка» ФХИ им. А.В. Богатского НАН  
Украины», г.Одесса

**Климентьев И.Н.**

Городское управление главного управления госсанэпидслужбы в  
Одесской области, г. Одесса

*Існуюча система водопостачання р. Одеси не завжди захищає населення від хімічних і бактеріологічних забруднень. Слід широко застосовувати новітні і надійні системи доочистки питної води.*

**Ключеві слова:** додаткова обробка води, якість води, установки.

*Существующая система водоснабжения г. Одессы не всегда защищает население от химических и бактериологических загрязнений. Следует широко применять новейшие и надежные системы доочистки питьевой воды.*

**Ключевые слова:** дополнительная обработка воды, качество воды, установки.

*The existing water supply system of the city of Odessa does not always protect people from chemical and bacteriological contamination. It is necessary to widely use the latest and reliable system for drinking water treatment.*

**Key words:** additional treatment of water, water quality, installations

Проблема обеспечения населения г. Одессы качественной питьевой водой является одной из важнейших и **актуальных** городских проблем. От эффективности работы предприятий водоснабжения и водоотведения в значительной мере зависят условия жизни и здоровья людей.

Основной причиной обострения проблемы обеспечения населения высококачественной питьевой водой является рост антропогенного давления на водные ресурсы, что содействует интенсификации химического, биологического и радиационного загрязнения, действующих и потенциальных источников водоснабжения,

состояние которых определяет в наибольшей мере качество питьевой воды.

Существующая система централизованного водоснабжения г. Одессы не всегда обеспечивает качество воды, отвечающее требованиям ГСанПиН 2.2.4-171-10 «Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком». По официальным данным до 60 % заболеваний инициировано низким качеством питьевой воды.

Анализ результатов исследований химического состава воды реки Днестр показывает, что воду следует отнести ко 2-му классу поверхностных водоисточников. Днестровская вода характеризуется средней минерализацией, имеет невысокую жесткость, низкое содержание фтора и умеренное содержание взвешенных веществ. В период с 1999 по 2009 годы общая минерализация речной воды колебалась в пределах 357 - 740 мг/л (среднее значений - 570 мг/л), жесткость составляла от 3,7 до 7,1 мг-экв/л, взвешенные вещества - в среднем - 97,4 мг/л, фториды - менее 0,5 мг/л, содержание железа - 0,03 до 1,0 мг/л, нитратов - до 20 мг/л, аммиака - до 0,5 мг/л.

Содержание большинства микроэлементов в реке определяется в следовых количествах, ртуть и мышьяк практически не обнаруживается. Наблюдается устойчивое загрязнение воды органическими веществами. Например, фенолами, формальдегидами, СПАВ.

Показатели микробного состава воды реки по индексу лактозоположительных кишечных палочек в последние годы значительно снизились, и составляет максимально до 24 - 100 тыс. микробных тел в 1 л. Это связано с уменьшением объема сброса неочищенных стоков в реку на территории Молдовы и Западной Украины из-за резкого спада промышленного производства в этих регионах.

В настоящее время степень загрязнения реки может характеризоваться по токсикологическому и бактериологическому принципу как умеренная, по органолептическому признаку и санитарному режиму - как высокая. Степень очистки речной воды должна определяться этими показателями и ее следует довести до требований гигиенических нормативов.

Технологическая схема водоочистки на ВОС "Днестр" была разработана для водоисточника 1-го класса, но в современных условиях, при увеличении загрязнения реки, не в состоянии обеспечить требуемое гарантированное качество воды. ВОС "Днестр" подает в г. Одессу питьевую воду в большинстве случаев стандартного качества. Однако, из-за аварийного состояния

водопроводных коммуникаций (до 3000 - 4000 аварий в год) добротной очищенной на ВОС вода в значительной мере загрязняется в трубопроводных сетях, а также получает вторичное загрязнение хлороорганическими веществами в результате интенсивного хлорирования воды.

В водопроводной воде периодически выявляются на уровне ПДК марганец, железо, кадмий, фенолы. Загрязнение питьевой воды бактериями группы кишечных палочек достаточно низкое (1,7 - 0,5 % проб), что объясняется использованием высоких доз хлора, которое связано с необходимостью продления его обеззараживающего действия в водопроводных сетях. А это, в свою очередь, из-за присутствия в воде неочищенных на ВОС органических соединений, приводит к интенсивному образованию тригалогенметанов (ТГМ). Например, более 60 % исследованных проб воды содержали хлороформ и четыреххлористый углерод в концентрациях превышающих предельно допустимые в 2 - 8 раз.

Проблема загрязнения воды ТГМ осложняется не менее серьезной проблемой - вирусного ее загрязнения. Причиной вирусного загрязнения питьевой воды является несовершенство технологии на ВОС "Днепр" и неудовлетворительное состояние водопроводных сетей. Установлена прямая взаимосвязь вирусного загрязнения питьевой воды с показателями мутности и pH; высокая загрязненность питьевой воды вирусом гепатита А, рота - и энтеровирусами. Наблюдается устойчивая связь роста заболеваемости гепатитом А с водным фактором передачи вируса, что и обусловлено около 50 % заболеваемости населения города этой патологией.

Анализируя санитарно-эпидемиологическую ситуацию города Одессы, среди основных причин заболеваний на первый план необходимо ставить проблему некачественной питьевой воды.

Санэпидслужбой города ведется санитарно-гигиенический надзор за показателями качества питьевой воды, подаваемой потребителю. Проводится регулярный отбор проб воды для бактериологического, химического и вирусологического анализа. В 2009 году из 423 проб воды, отобранной для вирусологических исследований в 38 пробах были выявлены антигены вируса гепатита А и ротавирусов, что составило 9%. В 2010 году ежемесячно с позитивным результатом фиксируется от 3 до 9% проб питьевой воды.

Эпидемическая ситуация в 2010 году, по сравнению с 2009 годом, характеризуется ростом кишечной группы инфекций. Так, за 5 месяцев названного года зарегистрирован рост заболеваемости гастроэнтероколитами на 5,5%, дизентерией - на 28,6%, вирусным

гепатитом А - в 2,3 раза.

С начала 2014 года отмечался рост гастроэнтероколитов ротавирусной этиологии с максимальными цифрами заболеваемости в марте, когда ротавирусы выделялись у 70% заболевших детей.

По сравнению с 2013 годом, заболеваемость острыми кишечными инфекциями вирусной этиологии среди детей, посещающих детские дошкольные учреждения (ДДУ), выросла более чем в 5 раз.

Главный недостаток хлорирования воды - это то, что хлор соединяется с органическими примесями, содержащимися в воде, и образует токсичные хлороорганические соединения, так называемые летучие галогенорганические соединения (ЛГС), относящиеся к группе тригалогенметанов (ТГМ): хлороформ, дихлорбромметан, дибромхлорметан, бромформ и др., обладающие канцерогенной и мутагенной активностью. Гигиеническими исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, выявлена взаимосвязь между количеством онкологических заболеваний и употреблением населением хлорированной воды, содержащей галогенорганические соединения. В ряде стран установлена ПДК суммы ТГМ в питьевой воде (мкг/л): в США и Японии - 100, в Германии и Венгрии - 50, в Швеции - 25 .

**Озон** - сильный окислитель и применяется в технологии водоподготовки для обеззараживания воды, а также для окисления органических веществ. Озон обладает по сравнению с хлором более сильным бактерицидным действием, он убивает не только различные патогенные бактерии, но и вирусы. Озон разрушает часть органических загрязнений, побудителей образования ТГМ, улучшает коагуляцию воды.

Доза озона, необходимая для обеззараживания воды определяется опытным путем и обычно не превышает 1 - 1,5 мг/л. При использовании озона для окисления органических веществ доза его может возрасти до 10 мг/л и более.

Применяя озон в технологии водоподготовки, следует учитывать, что он неустойчив и быстро растворяется в воде. Кроме того, в результате деструкции органических загрязнений снижается бактериальная стабильность воды по санитарно-показательным и сапрофитным микроорганизмам. Для обеспечения надежного обеззараживания очищенной воды и пролонгирования дезинфицирующего действия реагентов в водопроводной сети окончательное обеззараживание воды надо проводить хлором или диоксидом хлора, который даже в случае применения на первой стадии обработки воды хлора снижает содержание ТГМ в

водопроводной сети. При совместном использовании озона и хлора озонирование должно предшествовать хлорированию, так как озон, подвергая деструкции органические соединения, уменьшает их способность к взаимодействию с хлором, предотвращает образование ТГМ. При этом существенно уменьшается доза хлора, необходимая для обеззараживания воды и снижается концентрация в воде ТГМ на 50 - 90 %. Основные преимущества системы озонирования над другими технологиями (химикаты, ультрафильтрация и нагрев):

-высокая дезинфекционная емкость;

-выигрыш во времени.

Оба химиката (хлор и диоксид хлора) являются газами, которые благодаря их сильному окислительным действиям обладают дезинфицирующими и отбеливающими свойствами. На этом их общие свойства и оканчиваются.

Для обработки воды диоксид хлора производится из хлорита натрия ( $\text{NaClO}_2$ ) (не следует смешивать с хлоридом натрия, т.е. поваренной солью), который превращается в диоксид хлора ( $\text{ClO}_2$ ) путем добавления соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) (кислотно-хлористый процесс) или путем окисления элементарным хлором (хлор - хлордиоксидный процесс). Первый процесс характерен низкой стоимостью, высокой безопасностью и простыми аналитическими методами. И это все при достаточно высокой производительности процесса. В отличие от хлора диоксид хлора действует стабильно как сильный дезинфектант в очень широком диапазоне значений pH воды. Обычно, если время реакции диоксида хлора с водой недостаточно продолжительное, то установлены стандарты гигиенической безопасности, не зависящие от величины pH воды. Даже нержавеющие стали не выдерживают действия хлоридов при их концентрации более 150 мг/л. Если используется щелочной гипохлорит натрия (отбеливатель), как источник получения хлора, потребитель рискует столкнуться с таким явлением, как отложение солей (накипь) при достаточно высоких значениях pH и наличии в воде загрязнений.

В случае же диоксида хлора снижаются проблемы образования накипи и существенно снижается угроза коррозии металлических материалов. Также с точки зрения отношения к другим веществам, содержащимся в воде, хлор и диоксид хлора ведут себя по разному. Хлор реагирует с аммиаком, образуя хлорамины, которые в плавательном бассейне, например, ответственны за характерный для бассейна запах и раздражение слизистых оболочек. Их

образование уменьшает первоначальный дезинфицирующий потенциал и их разложение (точка излома хлорирования) повышает потребление хлора. Диоксид хлора в любых дозах не реагирует с аммиаком и, который согласно официальным германским нормам на питьевую воду, более предпочтителен для обработки питьевой воды. При этом концентрация диоксида хлора не должна превышать 0,5 мг/л.

**Бактерицидное действие ультрафиолетовых (УФ)** лучей хорошо изучено. Спектр "бактерицидного действия" УФ - света совпадает со спектром поглощения ДНК ( $\lambda_{\max} = 260$  нм). УФ - лучи эффективно разрушают молекулы ДНК бактерий, вирусов, водорослей и многих других микроорганизмов, присутствующих в природных водах.

Бактерицидные свойства УФ - лучей объясняются по-разному. Одни исследователи указывали на возможность образования в воде под действием УФ - лучей озона, другие - пероксида водорода. В настоящее время наиболее вероятной считается гипотеза, согласно которой УФ - лучи, воздействуя на белковые коллоиды цитоплазмы клеток, изменяют их структуру и дисперсность, что и приводит к гибели самой клетки. Установлено, что вода под действием УФ- лучей в течение относительно короткого времени достаточно надежно обеззараживается. Быстрое обеззараживание достигается при наличии почти всех видов бактерий. Поскольку физические и химические свойства очищенной, а затем облученной воды не изменяются, последняя совершенно безвредна.

Обеззараживать УФ - лучами лучше всего очищенную воду, так как взвешенные и коллоидные примеси рассеивают свет и препятствуют проникновению УФ - лучей в толщу воды. Для нормальной эксплуатации лампы необходимо содержать чехол чистым, чтобы максимальная доза УФ - энергии могла проходить воду.

УФ - лампа медленно тратит энергию в течение года и поэтому должна меняться через определенный промежуток времени (обычно через год), чтобы доза УФ - облучения оставалась достаточной для обеззараживания микроорганизмов находящихся в воде.

По требованиям Министерства Здравоохранения США для достижения необходимой степени обеззараживания воды в водоочистной установке без применения озона требуется доза бактерицидного УФ - облучения от (16000 до 40000 мкВ · с/см<sup>2</sup>).

**Перманганат калия – эффективный бактерицидный реагент,** что позволяет применять его вместо хлора. Он также улучшает органолептические показатели воды, подвергает деструкции органические вещества и снижает потенциал их образования при

дальнейшей обработке воды хлором. Доза перманганата калия зависит от качества водопроводной воды и изменяется в пределах от 2 до 10 мг/л.

При использовании связанного хлора для обеззараживания воды концентрация образующихся ТГМ уменьшается на 60 – 80 %. Максимальный эффект достигается при условии, если весь хлор находится в виде хлораминов, что достигается при определенном соотношении аммиака и хлора. В идеальных условиях это соотношение составляет 1:3 или 1:4. Для природных вод требуемое соотношение зависит от качества речной воды и устанавливается экспериментально в каждом конкретном случае. Требуется регулярно проводить анализ воды на содержание в ней свободного остаточного хлора. Отсутствие его гарантирует содержание хлороформа в питьевой воде на безопасном уровне (менее 60 мкг/л). При этом на 30 - 40 % уменьшается доза хлора, необходимая для обеззараживания воды. При обеззараживании воды связанным хлором аммонизацию следует проводить до хлорирования или, в крайнем случае, одновременно с хлорированием.

Не дожидаясь окончательного решения по изысканию финансовых средств на техническое перевооружение и реконструкцию водостанции "Днестр", а также городских водопроводных коммуникаций, следует массово использовать установки доочистки питьевой воды. В первую очередь такими установками должны обеспечиваться лечебные, школьные и дошкольные учреждения, больницы, гостиницы, санатории и дома отдыха, интернаты, дома для престарелых и инвалидов войны, предприятия общественного питания, пищевой, молочной и хлебопекарной промышленности. Одновременно следует оказывать содействие предприятиям и организациям, осуществляющим строительство локальных установок доочистки воды и размещение их по утвержденному плану в местах максимально приближенных к потребителям.

В настоящее время в г. Одессе успешно работают 15 бюветных комплексов с системами доочистки воды, созданные МП «Ротор»; 10 мини-заводов доочистки воды, созданные Научно-техническим инженерным центром проблем водоочистки и водосбережения (НТИЦ "Водообработка") ФХИ Национальной Академии наук Украины и др.

В детских и лечебных учреждениях города и области НТИЦ "Водообработка" внедрил более 100 локальных установок УОФВ-6.

С целью расширения сети водоочистных установок коллективного пользования, локальных установок доочистки

питьевой воды и бюетных комплексов подготовлена программа «Чистая питьевая вода в городе Одессе».

**Выводы.** Безусловно, предлагаемая программа не может решить в течение нескольких лет все проблемы снабжения населения города высококачественной питьевой водой, но она позволит за короткий период существенно продвинуть решение этой проблемы и послужит оздоровлению жителей города, особенно наименее защищенной части: детей и стариков, инвалидов и больных.