Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР
Ордена Трудового Красного Знамени
Академия коммунального хозяйства им. К.Д.Памфилова

Согласовано
Главным Государственным
санитарным врачом РСФСР
(письмо № 07/ВК 17-391
от 27.04.1982 г.)

Утверждено
приказом Минжилкомхоза РСФСР
29 июня 1982 г. № 358

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ТЕХНОЛОГИИ ХЛОРИРОВАНИЯ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПРОТЯЖЕННЫХ ВОДОПРОВОДАХ

Издание 2-ое,
исправленное

Отдел научно-технической информации АКХ
Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

УДК 628.162.84

Изложена технология обеззараживания питьевой воды путем предотвращения образования отложений, обрастаний и развития микроорганизмов в водоводах.

Рекомендации разработаны НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К.Д.Памфилова (кандидат биол. наук Б.А.Рябченко, науч.сотр.Г.С.Горшкова) при участии кафедры коммунальной гигиены 1 ЛМИ им. Л.М.Сеченова (кандидаты мед.наук Г.Н.Яковлева и А.В.Куликов) с учетом опыта эксплуатации водопроводных хозяйств ряда городов.

Рекомендации предназначены для эксплуатационных, пуско- наладочных и проектных организаций водопроводного хозяйства.

Замечания и предложения по рекомендациям просьба направлять по адресу: 123371. Москва, Волоколамское шоссе, 87. НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К.Д.Памфилова.

© АКХ им. К.Д.Памфилова, 1988

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие рекомендации предназначены для использования в тех случаях, когда в системах питьевого водоснабжения с поверхностными и подземными водоисточниками и большой протяженностью магистральных водоводов (несколько десятков километров) в процессе эксплуатации наблюдается ухудшение качества питьевой воды вследствие развития микроорганизмов и гидробионтов в обрастаниях и отложениях водоводов. Рекомендации могут быть использованы также при проектировании магистральных водоводов большой протяженности.

2. В рекомендациях рассматриваются вопросы, связанные с общей организацией предлагаемой технологии хлорирования и разработкой режимов хлорирования воды на протяженных системах водоснабжения, и не рассматриваются вопросы, связанные с проектированием, монтажом и эксплуатацией дополнительных сооружений и оборудования, которые должны решаться на основе требований к строительству, инструкций по монтажу и правил эксплуатации этих сооружений.

3. Пути проникновения микроорганизмов и гидробионтов в системы водоснабжения могут быть различными. Чаще всего эти организмы попадают в водоводы и резервуары с исходной водой.

Вода подземных водоисточников, как правило, является высококачественной в санитарно-бактериологическом отношении. Однако она содержит достаточное количество непатогенных микроорганизмов (наиболее распространенными являются железо- и серобактерии), отрицательное влияние которых на сос-

тояние водоводов и качество воды при ее длительном транспортировании в настоящее время выявляется все чаще в связи с вводом в эксплуатацию водопроводов с большой протяженностью магистральных линий.

Поверхностные воды, прошедшие обработку на водоочистных сооружениях, отличаются от подземных обилием и разнообразием микрофлоры и гидробионтов, большим содержанием органических соединений и биогенных элементов и вследствие этого более интенсивными биологическими процессами в системах транспортирования, приводящими к ухудшению качества воды.

Практика водоснабжения свидетельствует о недостаточной барьерной роли водоочистных сооружений в отношении сапрофитной микрофлоры и гидробионтов, проникновение которых с очищенной водой в магистральные водоводы и распределительную сеть исчисляется по биомассе десятками и сотнями миллиграммов на I $м^3$ воды.

Кроме того, источником биологического загрязнения водопроводной системы как поверхностных, так и подземных вод могут быть организмы, проникающие из грунта или воздушным путем в резервуары (в виде яиц, цист, спор) вследствие их неполной герметичности или попадающие в питьевую воду при авариях, ремонтных работах на водопроводных системах.

4. При длительном транспортировании воды по магистральным водоводам и распределительной системе и наличии застойных зон (промежуточные резервуары, тупиковые участки) создаются благоприятные условия для накопления и развития в системах водоснабжения микрофлоры, образования биообрастаний и отложений, чему способствует наличие в воде органики и биогенных элементов.

В результате жизнедеятельности и отмирания организмов качество питьевой воды ухудшается: повышаются мутность, цветность, содержание продуктов биокоррозии, ухудшаются органолептические, санитарно-бактериологические и гидробиологические показатели.

Для предотвращения развития биологических процессов в водопроводных системах и ухудшения ее качества возникла

необходимость в применении дополнительных мероприятий по обработке воды.

5. Обследование протяженных систем водоснабжения ряда городов с поверхностными и подземными водоисточниками (г. Анапа, Владивосток, Свердловск, Набережные Челны, Троицкий групповой водопровод Краснодарского края) показало, что ухудшение качества питьевой воды при ее транспортировании возникает в результате биологических процессов в водопроводах в тех его участках, где отсутствует остаточный хлор в воде. Практика показывает, что наличие в питьевой воде остаточного активного хлора даже в небольших количествах способствует ее консервации, т.е. подавляет развитие в ней микроорганизмов и гидробионтов.

Между тем при получении из подземных источников вода хлорируется обычно в начале магистрального водовода. При транспортировании воды на десятки и сотни километров по магистральным водоводам содержание в ней активного остаточного хлора снижается, и большую часть своего пути она проходит без остаточного хлора.

Вода поверхностных источников на водопроводах большой протяженности на выходе с очистных сооружений при неблагоприятной эпидемической обстановке хлорируется повышенными дозами хлора (до 3–4 мг/л остаточного хлора и более) с целью обеспечения содержания его в минимальных количествах в распределительной системе. Однако подобная практика приводит к ускорению коррозионных процессов в начальных участках магистральных водоводов и не обеспечивает присутствия остаточного хлора в воде разводящей сети.

Расход свободного остаточного хлора на окислительные процессы происходит значительно интенсивнее как на сооружениях, так и по мере транспортирования очищенной воды по сравнению со связанным хлором. Связанный остаточный хлор образуется в воде при ее хлорировании, если вода содержит природный солевой аммиак или на водоочистных сооружениях проводится хлораммонизация. Связанный остаточный хлор обладает необходимой степенью бактерицидности и, сохраняясь в

воде в системах транспортирования на всем их протяжении, предотвращает развитие микрофлоры и гидробионтов.

6. Настоящие рекомендации по технологии хлорирования воды протяженных водопроводов основаны на необходимости поддержания в воде остаточного хлора по всей протяженности водопроводной системы и в распределительной сети для подавления биологических процессов. С этой целью на водопроводах большой протяженности рекомендуется проводить дополнительное хлорирование в тех участках магистральных водоводов, где остаточный хлор в воде отсутствует или определяется в виде следов.

Предлагаемая технология хлорирования предусматривает также проведение хлораминизации при отсутствии природного аммиака, которая позволит получить остаточный хлор в воде в наиболее устойчивой форме (в виде моно- и дихлораминов) и увеличить продолжительность его действия на питьевую воду как консерванта.

Хлораминизация и дополнительное хлорирование должны проводиться на водопроводах большой протяженности с учетом конкретных условий, в зависимости от которых определяются этапы хлорирования и доза вводимых реагентов. В ряде случаев хлораминизация в месте водозабора (в начальном этапе транспортирования) может исключить необходимость дополнительного последующего хлорирования, если связанный остаточный хлор будет определяться в наиболее отдаленных участках распределительной системы.

7. Предлагаемая технология хлорирования не предусматривается для тех систем водоснабжения, где ухудшение качества воды при ее транспортировании происходит вследствие неудовлетворительного санитарно-технического состояния системы или нарушения правил ее эксплуатации (нерегулярная промывка резервуаров, нарушение режима промывки и дезинфекции системы при ремонтных работах, неиспользование всех возможностей по герметизации системы и т.п.).

Рекомендуемый метод следует применять, когда использованы все возможные приемы и пути повышения глубины очистки

воды на существующих очистных сооружениях и они не дали положительного эффекта по сохранению качества питьевой воды.

II. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

8. Метод основан на свойстве остаточного хлора консервировать питьевую воду, т.е. подавлять в ней развитие микрофлоры и гидробионтов, приводящее к вторичному ухудшению качества воды. Цель предлагаемой технологии хлорирования состоит в том, чтобы остаточный хлор присутствовал в воде на всем протяжении системы водоснабжения.

9. Вода при длительном транспортировании от водоисточника в пункты потребления подвергается повторному хлорированию на тех этапах ее движения, где остаточный хлор в воде не обнаруживается или присутствует в минимальном количестве (следы). Для продления действия остаточного хлора применяется также хлораммонизация.

В зависимости от конкретных условий (содержание природного аммиака, хлорпоглощаемость воды, расход хлора на окислительные процессы в трубопроводах, протяженность водоводов) предлагаемая технология хлорирования может включать только хлораммонизацию, или только дополнительное хлорирование на последующем этапе движения воды в системе транспортирования, или сочетание этих процессов.

III. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХЛОРИРОВАНИЯ

10. Предлагаемая технология хлорирования предназначена для сохранения качества питьевой воды в системах коммунального водоснабжения с поверхностными и подземными источниками и протяженностью магистральных водоводов более 20-25 км,

---

*Данная технология при необходимости может быть применима и на менее протяженных системах, если имеется высокая степень поглощения хлора в водоводах.

в которых вторичное ухудшение качества воды связано с биологическими факторами.

11. Предлагаемая технология обеспечивает постоянное присутствие остаточного хлора по всей протяженности водоводов в отличие от существующего метода хлорирования на очистных сооружениях и как результат этого имеет следующие преимущества:

обеспечивает подавление бактериального роста по всему магистральному водоводу и тем самым позволяет более надежно выполнять в системах коммунального водоснабжения требования по безопасности воды в эпидемиологическом отношении;

позволяет более полно подавлять жизнедеятельность микроорганизмов (таких как железобактерии, актиномицеты и др.) ухудшающих органолептические свойства воды и изменяющих ее физико-химические показатели;

препятствует развитию в промежуточных резервуарах гидробионтов, видимых невооруженным глазом, которые могут выноситься из резервуаров током воды и попадать в водоразборные краны;

препятствует образованию в трубопроводах обрастаний биологического характера и снижает скорость коррозионных процессов, вызванных присутствием коррозионно-активных микроорганизмов;

обеспечивая относительно равномерное распределение остаточного хлора по всей системе, исключает необходимость проведения хлорирования повышенными дозами хлора на очистных сооружениях, тем самым обеспечивает экономию хлора и снижает агрессивность обработанной воды.

IУ. ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ХЛОРИРОВАНИЯ В КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЯХ

12. Предлагаемая технология хлорирования включает три возможных варианта: дополнительное хлорирование в системе

транспортирования воды на одном или нескольких этапах*; хлораммонизация на водоочистных сооружениях или на одном из этапов хлорирования; сочетание указанных выше процессов.

Выбор осуществляется в зависимости от конкретных условий и в соответствии с экономической эффективностью.

13. Выбор технологии хлорирования для каждого конкретного случая определяется следующими факторами: хлорпоглощаемостью исходной воды и расходом хлора в магистральных водоводах; наличием в воде природного солевого аммиака, влияющего на формы остаточного хлора (свободный или связанный хлор); протяженностью магистрального водовода; количеством промежуточных резервуаров; расположением пунктов водопотребления по магистральному водоводу.

14. При организации дополнительного хлорирования на действующих водоводах необходимо ориентироваться на данные по содержанию природного аммиака и формы остаточного хлора в воде, поступающей в магистральный водовод. Следует проследить изменение остаточного хлора в воде (по формам) по всей длине водовода и в распределительной сети с целью определения участков наиболее интенсивного поглощения хлора и установления места его дополнительного введения (п. 5).

15. Каждый этап хлорирования по протяженности не должен быть менее 20-25 км. Это означает, что хлорирование в месте водозабора или на предыдущем этапе транспортирования должно обеспечивать содержание остаточного хлора в минимальном количестве на расстоянии 20-25 км, где предусматривается последующая точка введения хлора.

16. Если хлорпоглощаемость в системе водоводов незначительна и остаточный хлор в воде снижается до следов не бли-

---

*На протяженных системах водоснабжения с подземным источником, где хлорирование воды на водозаборе не производится и имеет место ухудшение качества воды при ее транспортировании, в первую очередь должно быть предусмотрено введение хлора на насосной станции II подъема в имеющиеся резервуары. На выходе из резервуаров перед поступлением в магистральный водовод вода должна содержать остаточный хлор в соответствии с требованием ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".

же чем через 20–25 км от места первичного ввода хлора, для сохранения качества воды может быть достаточным дополнительное хлорирование без аммонизации.

Аммонизация не проводится также в случаях, когда вода источников (поверхностных или подземных) содержит природный аммиак, и образующийся при первичном хлорировании связанный остаточный хлор сохраняется в ней при транспортировании не менее чем на 20–25 км.

17. Дополнительное хлорирование рекомендуется проводить в резервуары при насосных станциях. На каждом этапе хлорирования не должно быть более 1–2 промежуточных резервуаров, так как большее их количество ведет к увеличению расхода хлора и снижению надежности хлорирования.

18. На последней точке каждого промежуточного этапа хлорирования допускается присутствие остаточного хлора в виде следов, если отсюда вода не подается в населенный пункт. Если в этой точке есть отвод в населенный пункт, то перед поступлением в распределительную сеть величина остаточного хлора должна соответствовать требованиям ГОСТ 2874–82 "Вода питьевая" (0,3–0,5 мг/л свободного остаточного хлора или 0,8–1,2 мг/л связанного остаточного хлора).

19. Если в исходной воде концентрация аммиака незначительна или он отсутствует, а в водоводах отмечается интенсивное поглощение хлора и резкое снижение концентрации свободного остаточного хлора, целесообразно применять хлораммонизацию, так как введение аммиака обеспечивает пролонгирующее действие остаточного хлора в воде.

20. На водопроводных системах с поверхностным источником хлораммонизация проводится в сезон года, когда в воде не содержится аммиака (преимущественно лето). Введение аммиака осуществляется на водоочистных сооружениях при первичном или вторичном хлорировании в зависимости от качества воды и технологии ее обработки. Например, воду, имеющую коли-индекс более 10 тыс., следует обеззараживать свободным хлором. Введение аммиака в этом случае производится только при вторичном хлорировании.

При использовании подземных источников введение аммиака осуществляется в резервуары при насосных станциях одновременно с хлором на первом или последующих этапах хлорирования в зависимости от конкретных условий.

21. Количество вводимого аммиака зависит от содержания природного аммиака в воде водоисточника. Соотношение общей дозы аммиака с хлором должно составлять 1:4–1:6.

При правильном выборе дозы аммиака и хлора вода на выходе из резервуара должна содержать 0,8–1,2 мг/л остаточного связанного хлора при обеспечении контакта не менее 1 ч для достижения обеззараживания (ГОСТ 2874–82 "Вода питьевая").

22. Необходимость дополнительного хлорирования в системе транспортирования воды при применении хлораммонизации определяется в соответствии с п. 16–18.

23. Выбор технологической схемы хлорирования в каждом конкретном случае при возможности использования различных вариантов (дополнительное хлорирование или хлораммонизация) должен определяться экономическим расчетом.

24. Для обеспечения эффективности предлагаемой технологии хлорирования следует постоянно поддерживать систему водоснабжения в хорошем санитарно-техническом состоянии. В первую очередь это относится к резервуарам чистой воды, которые должны подвергаться своевременной чистке и дезинфекции не реже одного раза в год. В противном случае они могут стать местом размножения и выноса микроорганизмов и гидробионтов, находящихся в осадке и устойчивых к действию хлора.

25. Поступление хлора на всех участках сети должно носить регулярный, бесперебойный характер. Это требование вызвано тем, что, во-первых, микрофлора способна быстро и интенсивно размножаться и, во-вторых, загрязненная ею вода за сутки бездействия хлораторных установок может проходить значительное расстояние, распространяя на эти участки жизнеспособные организмы.

У. ОПЫТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ И МЕСТ ВВЕДЕНИЯ РЕАГЕНТОВ

26. Для действующих водопроводов проводится опытное поэтапное хлорирование. Предварительно намечаются на схеме системы водоснабжения точки хлорирования с учетом факторов, указанных в п. 13. Оптимальные рабочие дозы хлора в точках хлорирования, обеспечивающие присутствие хлора на каждом отдельном этапе в нужном количестве, определяются опытным путем. С этой целью в выбранных точках организуется хлорирование с помощью передвижных или временных хлораторных. В качестве исходных ориентировочных доз хлора принимаются дозы, полученные в лабораторных условиях по п. 27.

27. Перед осуществлением работ по п. 26 для каждой точки хлорирования лабораторным путем определяются ориентировочные дозы вводимого хлора, необходимые для обеспечения остаточного хлора на последней точке каждого этапа в нужной концентрации:

а) после предварительного размещения точек хлорирования на схеме системы водоснабжения рассчитывается время нахождения воды на каждом отдельном этапе;

б) в первой точке хлорирования отбирается серия равных по объему проб воды (3–5 проб, каждая объемом не менее 1 л) в химически чистые емкости из темного стекла с притертой пробкой. Пробы должны быть показательными для исследуемой воды. В них одновременно вносится активный хлор в дозах, составляющих возрастающий ряд (например, в дозах 1; 2; 3; 4 и 5 мг/л). Пробы выдерживаются в темноте при 10–15°С в течение времени, равного времени движения воды по первому этапу системы;

в) по окончании экспозиции определяют остаточный хлор во всех пробах. Учитывается проба с содержанием остаточного хлора, наиболее близким к требуемому для конечной точки первого этапа. Доза активного хлора, внесенная в данную пробу, принимается за ориентировочную дозу хлорирования на первом этапе;

г) для определения ориентировочной дозы хлора для второй точки хлорирования в качестве исходной используется вода, предварительно подвергнутая обработке дозой хлора, принятой за ориентировочную для первой точки при длительности экспозиции, равной времени пребывания воды на первом этапе. Эта вода исследуется на хлорпоглощаемость по п. 27, б, в.

Аналогичным образом при определении дозы хлора для третьей точки в качестве исходной используется вода, обработанная по п. 27, г в варианте с дозой, принятой для второй точки хлорирования; и т.д. для последующих точек.

28. Опытное хлорирование для каждой точки ведется несколько суток в непрерывном режиме дозой, полученной на основе исследований хлорпоглощаемости воды. Остаточный хлор определяют спустя 1 сут после начала работы хлораторных (период стабилизации работы хлораторных).

29. Для проектируемых водопроводов должно быть проведено экспериментальное определение хлорпоглощаемости с целью определения точек повторного хлорирования и необходимости хлораммонизации воды.

В лабораторных условиях с учетом хлорпоглощаемости производится хлорирование природной воды для получения остаточного хлора (свободного или связанного) в соответствии с ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая". Длительность опыта должна приблизительно соответствовать проектному времени прохождения воды по всему магистральному водоводу до разводящей сети. В течение опыта 3 раза в сутки проводится раздельное определение содержания остаточного хлора.

При быстром исчезновении хлора (в течение нескольких часов) необходимо провести опытную хлораммонизацию для получения остаточного хлора в связанной форме. Данные опытов должны быть уточнены при выборе технологии хлорирования и ориентировочного расположения точек дополнительного хлорирования воды при транспортировании.

VI. КОНТРОЛЬ ЗА ПРОВЕДЕНИЕМ ХЛОРИРОВАНИЯ И ХЛОРАММОНИЗАЦИИ

30. Применение предлагаемой технологии хлорирования воды предусматривает постоянный контроль за содержанием свободного и связанного остаточного хлора и аммиака в воде.

31. Для раздельного определения свободного и связанного остаточного хлора необходимо пользоваться методом Пейлина или йодометрическим методом в сочетании с определением свободного остаточного хлора тарированием метиловым оранжевым (ГОСТ 18190-72 "Методы определения содержания остаточного активного хлора").

Обязателен контроль за содержанием остаточного хлора в воде в местах дополнительного хлорирования (каждый час) и перед поступлением в распределительную сеть населенных пунктов I раз в неделю.

32. Контроль за содержанием аммиака должен осуществляться в воде из водоисточника (природный аммиак) и после проведения хлораммонизации (сумма природного и введенного аммиака) не реже I раза в сутки.

Следует обратить внимание на то, что в воде, содержащей хлор, аммиак можно определить только с предварительной отгонкой, так как образующиеся хлорамины мешают определению, реагируя с реактивом Несслера.

gost.e-ecolog.ru