

Таблиця 4 – Вміст біологічно активних складових у консервах із плодів баклажанів (у %)

Дослідні варіанти консервів		Біологічно активні складові				Узагальнений показник якості	Місце варіанта за дієтичною цінністю
		зола	білок	аскорбінова кислота	β-каротин		
Баклажани, смажені з часником	Контроль 1 (без обробки)	96,3	96,7	25,3	13,3	57,9	IV
	Варіант 1 (замочування)	89,6	95,0	20,3	13,3	54,6	VI
	Варіант 3 (бланшування)	94,8	100	16,5	11,1	55,6	V
Баклажани, смажені з солодким перцем	Контроль 2 (без обробки)	100	91,7	100	91,1	95,7	I
	Варіант 2 (замочування)	96,3	90,0	92,8	88,9	92,0	III
	Варіант 4 (бланшування)	97,8	93,3	86,8	100	94,5	II

Дані таблиці 4 показують, що найціннішим серед усіх дослідних варіантів є консерви «Баклажани смажені з солодким перцем», а саме – контроль 2 та другий і четвертий варіанти, які мають середній показник якості 95,7 та 94,5 і 92,0 % відповідно і переважають консерви «Баклажани смажені з часником» за вмістом біологічно цінних речовин на 38,0 % (в середньому за трьома варіантами).

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що розроблені нами консерви «Баклажани смажені з часником» та «Баклажани смажені з солодким перцем» характеризуються високою якістю та харчовою і дієтичною цінністю за рахунок удосконалення процесу обсмажування баклажанів та вдалого поєднання складових компонентів рецептури. На ці консерви розроблено та затверджено технологічну інструкцію і ТУ У 15.3 – 05305810 – 002, вони впроваджені у виробництво на Уманському консервному комбінаті.

Література

1. Слепцов Ю.В. Перець, баклажани, фізаліс / Слепцов Ю.В. – К.: Вища школа, 2004. – 214 с.
2. Пилипчук Г. Баклажани – заслужено популярні / Г. Пилипчук // Медична газета України «Ваше здоров'я». – 2010. – №13. – С. 2-3.
3. Консерви. Закусочні страви. Технічні умови.: ТУ У 15.3 – 05305810 – 002. [Чинний від 2006-12-01].
4. Ярмольчук В.А. Перець і баклажани – витаминные лидеры на наших полях / В.А. Ярмольчук // Настоящий хозяин. – 2006. – №1. – С.27-29.

УДК 628.166: 664.013

ПРОБЛЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ: РЕАГЕНТЫ, МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Тищенко В.Н., канд. техн. наук, доцент, Шалыгин А.В., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведен обзор методов обеззараживания питьевой воды на предприятиях пищевой отрасли. Рассмотрены физико-химические свойства основных обеззараживающих реагентов при хлорировании воды и химизм их действия. Рассмотрены меры безопасности при их использовании. Отмечены предпочтения по их применению.

The review of the methods of the disinfection of drinking water at the enterprises of the food industry was made. The physicochemical properties of basic decontamination reagents at the chlorination of the water and

the chemistry of their actions have been abstained. The security measures when using them was researched. The preference for method's application has been reached.

Ключевые слова: обеззараживание воды, хлорирование воды, хлоропоглощаемость, реагенты хлорирования воды (дезинфектанты), хлор, гипохлорит натрия (ГХН), диоксид хлора (ДХ).

Цель работы: представить информацию о свойствах наиболее применяемых обеззараживающих реагентов при хлорировании, о современных методах их использования в технологии очистки воды.

Одной из актуальных проблем подготовки воды к использованию предприятиями в качестве технологической, наряду с получением питьевой воды в промышленных масштабах, рассматривают минимизацию микробиологической обсемененности исходной воды. Снижение содержания патогенной и условно-патогенной микрофлоры до нормируемых значений принято называть обеззараживанием. То есть, под обеззараживанием воды понимают мероприятия по уничтожению в воде бактерий и вирусов, вызывающих инфекционные заболевания.

Обеззараживание воды является профилактикой возможности передачи через воду нежелательных для организма человека микроорганизмов. Проблемой обеспечения качества водопроводной воды во всем мире является выбор технологии и безопасного варианта ее обеззараживания.

Наиболее распространенным методом обеззараживания воды в Украине и за рубежом является хлорирование, осуществляемое хлорсодержащими соединениями в активной форме [1 – 4]. Это объясняется высокой эффективностью, простотой используемого оборудования, дешевизной применяемого реагента – жидкого или газообразного хлора и относительной простотой обслуживания. Специальные хлораторные установки вводят хлор в воду, обеспечивая на водопроводных станциях полное обеззараживание воды. Хлорирование обеспечивает достаточно высокий бактерицидный эффект и эффект последствия.

Впервые обработка больших количеств воды хлором была применена в Германии в 1894 г. А.Траубе, который использовал в качестве реагента хлорную известь. Благодаря хорошим результатам хлорирование воды вскоре нашло применение в Западной Европе и США. Начиная с 1910 г. в Англии, Германии, США, а затем и во многих других странах дезинфекция воды хлорной известью заменяется обработкой газообразным хлором.

Статистический анализ способов обеззараживания воды в США приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Методы дезинфекции питьевых водных систем в США (процентное соотношение)

Дезинфектант	Крупные системы	Малые системы использования грунтовых вод	Малые системы использования поверхностных вод
Молекулярный хлор	84	61	82
Гипохлорит натрия	20	34	17
Гипохлорит кальция	1	5	9
Хлорамин	29	–	2
Озон	6	–	–
Ультрафиолет	–	–	–
Диоксид хлора	8	–	–

Источник: Работы Американской водной ассоциации 2000.

Примечание: Сумма может превышать 100 % по причине использования более 1 способа дезинфекции.

В России хлорирование впервые было применено в 1910 г. как принудительная мера во время эпидемии холеры в Кронштадте и брюшного тифа на Нижегородском ярмарочном водопроводе. Первоначально хлорирование производилось раствором хлорной извести. Первые опыты по применению газообразного хлора были осуществлены в 1917 г. на Петроградской водопроводной станции [4,5]. Широкое использование газообразного хлора для дезинфекции воды связано с появлением первых хлораторов отечественной конструкции [1,3].

Хлорирование воды – наиболее распространённый способ обеззараживания питьевой воды с применением газообразного хлора или хлорсодержащих соединений. В результате взаимодействия хлора с протеинами и аминокислотами, содержащимися в оболочке бактерий и их внутриклеточном веществе, происходят окислительные процессы, химические изменения внутриклеточного вещества, распад структуры клеток и гибель бактерий и микроорганизмов.

Основными реагентами при хлорировании являются газообразный и жидкий хлор, а также вещества, содержащие активный хлор: хлорная известь, гипохлориты, хлорамины, диоксид хлора и др. Во всех случаях расход реагентов рассчитывают на активный хлор. Под активным хлором хлорсодержащих соединений условно понимают количество газообразного хлора, соответствующее количеству кислорода, выделяемого этими соединениями. Наибольшее распространение получили газообразный хлор, хлорная

известь, гипохлориты, хлорамины [1, 5, 6, 7,]. При использовании названных реагентов следует принимать особые меры предосторожности.

Целесообразно уделить внимание ряду хлорсодержащих веществ, применяемых в качестве дезинфектантов.

Хлор (Cl_2) – ядовитый газ зеленовато-желтого цвета с резким удушливым запахом, в 2,45 раза тяжелее воздуха. Растворимость хлора в воде увеличивается с понижением температуры и повышением давления. При атмосферном давлении и температуре $+20\text{ }^\circ\text{C}$ / растворимость Cl_2 составляет 7,29 г/л.

При низкой температуре и высоком давлении хлор сжижается. Плотность жидкого хлора при температуре $+15\text{ }^\circ\text{C}$ / равна 1426 кг/м³. При нормальном давлении и температуре $-34,5\text{ }^\circ\text{C}$ / жидкий хлор кипит. Газообразный хлор сжижается под давлением 0,575 МПа при температуре $+15\text{ }^\circ\text{C}$ /. Для предотвращения испарения жидкий хлор хранится под давлением 0,6-0,8 МПа в баллонах или в бочках (контейнерах).

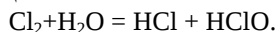
В нашей стране жидкий хлор выпускается промышленностью по ГОСТ 6718. Он содержит не менее 99,6 % Cl_2 , не более 0,005 % треххлористого азота и не более 0,05 % влаги. Из других примесей наиболее вероятно присутствие серной кислоты и диоксида углерода.

Обеззараживающее действие хлора состоит в хлорировании и окислении веществ, входящих в состав протоплазмы клеток бактерий, в результате чего последние гибнут. Наиболее чувствительны к хлору бациллы брюшного тифа, дизентерии и холерные вибрионы [5]. Сложность состава природных вод и наличие в них широкого спектра органических и неорганических веществ, реагирующих с хлором, являются причиной того, что до настоящего времени эти сложные процессы комплексно оцениваются лишь суммарной характеристикой – величиной хлоропоглощаемости. Хлоропоглощаемостью воды (количеством хлора, необходимого для связывания содержащихся в воде органических соединений) определяют необходимую дозу используемого для дезинфекции вещества.

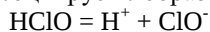
Бактерицидный эффект хлора в значительной степени зависит от его начальной дозы и продолжительности контакта с водой. Обычно на разрушение бактериальных клеток расходуется лишь незначительная часть вводимого в воду хлора. Большая часть его идет на реакции с различными органическими и минеральными примесями воды. К таким веществам относят водный гумус, продукты распада клетчатки и белковых веществ, соли двухвалентного железа, нитриты, аммиак и соли аммония, сероводород и др. Эти реакции протекают с различной скоростью и могут останавливаться на той или иной стадии в зависимости от концентрации хлора, pH и температуры воды и других факторов. В известной мере хлоропоглощаемость является показателем степени загрязнения воды органическими и некоторыми неорганическими (Fe^{2+} , H_2S , SO_3^{2-} , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и др.) соединениями. Она зависит от концентрации этих загрязнений в воде, дозы хлора, времени взаимодействия, температуры, pH среды и других факторов.

Основными обеззараживающими веществами при использовании хлора являются Cl_2 , HClO , ClO^- .

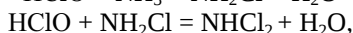
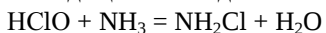
Хлор взаимодействует с водой по реакции:



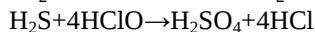
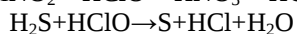
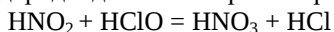
Часть хлорноватистой кислоты HClO диссоциирует с образованием гипохлоритного иона ClO^- .



Другая ее часть при взаимодействии с находящимся в воде аммиаком образует моно- и дихлорамины:



окисляет нитриты до нитратов, а сероводород – до элементарной серы или сульфатов



Высокая степень обеззараживания воды достигается: для подземных вод – при дозе связанного хлора 1-2 мг/л и контакте 1-2 часа, для поверхностных вод – при дозе хлора 2-3 мг/л и контакте 3 часа. Показателем достаточности принятой дозы хлора служит наличие в воде остаточного хлора (остающегося от введенной дозы после окисления находящихся в воде веществ). Согласно требованиям ГОСТ 2874, концентрация остаточного хлора в воде перед поступлением ее в сеть должна находиться в пределах 0,3 – 0,5 мг/л.

Хлор чрезвычайно реакционноспособен (непосредственно соединяется со всеми металлами и многими органическими соединениями, титан горит в среде хлора) и ядовит. При взаимодействии хлора с органическими веществами возможны реакции окисления (гуминовых веществ, спиртов и др.) и замещения (хлорирование фенолов и др.). В связи с этим интересна подборка данных о физиологических реакциях, вызываемых хлором, приводимая в справочнике по водоподготовке фирмы “Дегремон”. Допустимая концентрация хлора в воздухе производственных помещений – 1 мг/м³; осязаемый запах – 3,5 мг/м³; раздражение горла – 15 мг/м³; кашель – 30 мг/м³; максимально допустимая концентрация при кратковре-

менном воздействии – 40 мг/м³; опасная концентрация, даже при кратковременном воздействии – 40-60 мг/м³; быстрая смерть – 1000 мг/м³ [8, 9].

С точки зрения экологии наибольшую опасность представляет газообразный хлор. Это связано с тем, что хлор является ядовитым газом. ПДК его в воздухе составляет 0,001 мг/л. Он тяжелее воздуха и при утечке образует с парами воздуха зеленовато-бурый туман, который стелется в направлении ветра, затекая в различные сооружения. Аварии при работе с хлором могут привести к массовой гибели сотрудников водоочистных станций и жителей окрестных мест. Это один из недостатков, но существенный, использования хлора для обеззараживания [1]. Кроме того, следует больше внимания уделять профилактике возможных взрывов баллонов с хлором. Известно, что контейнер с жидким хлором может взорваться при нагревании (допустимая температура хранения и перевозки не должна превышать +30 °C), при ударе, при попадании внутрь воды. При подключении емкости с хлором к водоводу при помощи временного трубопровода и неконтролируемой подаче хлора давление в емкости может упасть ниже давления в водоводе, и вода попадает в емкость. При взаимодействии воды с жидким хлором выделяется эквивалентное количество соляной кислоты, которая вступает в реакцию с материалом емкости $6\text{HCl} + 2\text{Fe} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$. Выделяющийся водород увеличивает давление внутри емкости до тех пор, пока не произойдет взрыв из-за механического разрушения емкости.

Таким образом, хлорирование водоводов и сетей при помощи жидкого и газообразного хлора является опаснейшей операцией, и она должна быть тщательно подготовлена и проведена под руководством опытного специалиста.

Гипохлорит натрия (NaClO) – используется в виде водного раствора. Для целей водоподготовки разрешается применение гипохлорита натрия марки А по ГОСТ 11086, согласно которому содержание активного вещества должно составлять не менее 160 г/л. Однако, допускается потеря активности до 30 % в течении месяца. Как показывает практический опыт применения NaClO, его реальная концентрация составляет примерно 125 г/л

Гипохлорит натрия (ГХН) обладает достаточно большим бактерицидным действием. Его выпускают в виде раствора концентрацией 100-190 г/л, полученного хлорированием водного раствора гидроксида натрия в соответствии с ГОСТ 110. Непосредственно на очистных сооружениях его получают электролизом растворов поваренной соли. Авторы статьи [7] описывают производство низко концентрированного раствора гипохлорита натрия электролизом концентрированного хлорида натрия в проточном электрохимическом реакторе. Продуктами электролиза, наряду с ГХН, являются молекулярный хлор и раствор NaOH. Поэтому использование гипохлорита натрия для обеззараживания воды сопровождается излишним подщелачиванием и излишним подсаливанием. [10]. Образующийся при электролизе так называемый электролизный газ представляет собой взрывоопасную газовую смесь водорода, кислорода и хлора. Поэтому при использовании и хранении растворов гипохлоритов необходимы мощные вентиляционные установки. Наряду с этим, увеличение количества газообразного хлора в воде приводит к образованию агрессивного хлор-иона, что интенсифицирует процессы коррозии трубопроводов.

В отличие от вводимого в воду газообразного хлора, растворяющегося в воде с образованием кислоты, раствор ГХН имеет щелочную реакцию и может применяться для повышения уровня pH обрабатываемой воды. С изменением pH воды меняется соотношение между содержанием HClO и ClO⁻. С возрастанием pH увеличивается содержание ClO⁻, обладающего меньшим бактерицидным действием, чем кислота [11]. Объясняется этот факт тем, что указанные соединения являются сопряженными кислотой и основанием и образуют метастабильную систему, способную генерировать ряд соединений и частиц, обладающих гораздо большим антимикробным действием, нежели HClO [12].

Обеззараживание воды хлорсодержащими реагентами, такими как гипохлориты натрия и кальция, хлорная известь менее опасно. Однако в этом случае возникает необходимость в увеличении объемов хранения и транспортировки реагентов в 3-5 раз, чем при использовании чистого хлора. Также во время хранения в реагенте уменьшается содержание хлора, так как происходит частичное разложение соединений с образованием, в частности ионов хлора. Растворы становятся коррозионно-активными, поэтому необходимы трубопроводы из нержавеющей стали или с антикоррозийным покрытием. При разложении ГХН, полученного хлорированием щелочи, происходит кристаллизация поваренной соли. Кристаллизующаяся соль нарушает работу дозирующей техники. Кроме того, данный раствор гипохлорита натрия содержит 10-20 г/л щелочи, за счёт которой происходит увеличение pH. Поэтому при обеззараживании воды с высокой долей карбонатной жёсткости образуется нерастворимый осадок гидроксидов на внутренних поверхностях трубопроводов. Наряду с этим, подщелачивание снижает эффективность иона гипохлорита. ГХН образует также побочные продукты дезинфекции, включая тригалометаны (в том числе хлороформ и бромформ) и броматы в присутствии бромидов

Анализ многих источников, приведенных в данной работе, показывает, что использование гипохлоритов есть перспективный, хотя и не до конца изученный метод борьбы с авто- и аллохтонной патоген-

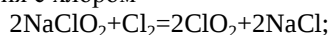
ной микрофлорой воды. Проблема обеззараживания воды гипохлоритами, несмотря на определенную степень нерешенности, по-прежнему остается насущной в силу острой дифференциации мнений её касающихся [13]. Вопрос химизма процессов, протекающих параллельно с обеззараживанием, определяет необходимость глубокого изучения ряда стадий химических превращений протекающих в воде

Хлорная известь CaOCl_2 – по ГОСТ 1692 содержит (32-35) % активного хлора и имеет влажность до 10%. Поставляют ее в деревянных бочках (50-275 л) или фанерных барабанах (50 и 100 л). Из-за реакции гидролиза и распада на свету, а также при воздействии уголекислоты и паров воды, хлорная известь малостойкая (теряет (3–4) % активного хлора месяц).

В настоящее время в мире наблюдается тенденция к свертыванию производства хлорной извести в развитых странах и рост производства более качественных и устойчивых высокопроцентных твердых продуктов, в основном гипохлоритов натрия и кальция, содержащих 55–80% активного хлора [8, 9].

Диоксид хлора ClO_2 – ядовитый зелено-желтый газ, имеющий запах, напоминающий запах хлора и оксидов азота с молекулярным массой 67,5 а.е.м. и плотностью 3,09 г/л. При давлении 760 мм рт.ст. и охлаждении ниже 11°C сгущается в красно-коричневую жидкость с плотностью 1,635 г/см³. При температуре – 59 °C эта жидкость затвердевает.

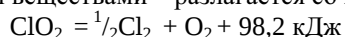
В мировой практике водоподготовки диоксид хлора (ДХ) получают в основном двумя методами: взаимодействием раствора хлорита натрия с хлором



или обработкой раствора хлорита натрия соляной кислотой



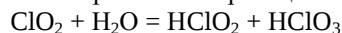
Любая из электронных структур, которые представляют молекулу ДХ, имеет один неспаренный электрон, который резонирует между тремя атомами. Несмотря на это ДХ не проявляет заметной склонности к димеризации. Еще Льюис в 1916 г. отмечал, что нечетные молекулы встречаются заметно редко и всегда обладают парамагнитными свойствами. В газообразном состоянии ДХ является неустойчивым соединением и разлагается по цепному механизму при температуре/30 – 50 °C/. При температур выше 65°C или при контакте с органическими веществами – разлагается со взрывом.



Нижний концентрационный предел взрываемости в воздухе составляет 10 % [14].

Диоксид хлора хорошо растворяется в воде: при 18 °C и давлении 760 мм рт.ст. раствор содержит 108 г/л ClO_2 . Однако хранить концентрированные растворы диоксида хлора чрезвычайно опасно в связи с их взрывоопасностью. Допускается хранение лишь 0,6 % раствора при температуре 25 °C и ниже.

В присутствии влаги газообразный ДХ постепенно превращается в смесь кислот HClO , HClO_2 , HClO_3 , HClO_4 . В характерном для питьевой воды интервале pH = 6 – 9 ДХ остается в водном растворе и как молекулярно растворенный газ, так как константа равновесия реакции



достаточно мала и составляет при 20 °C $1,2 \cdot 10^{-7}$ [15].

ДХ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими хлорсодержащими реагентами: более высокое дезодорирующее и обеззараживающее действие (в 1,6 раза больше, чем у хлора), отсутствие взаимодействия с аммиаком, разрушение фенолов без образования хлорпроизводных фенола, практически мгновенное окисление марганца и железа, отсутствие образования хлороформа при взаимодействии с природным гумусом. При этом дезинфицирующая способность ClO_2 не зависит от pH в интервале от 6 до 9, остаточная концентрация ClO_2 на уровне 0,35 мг/л вполне достаточна для поддержания водопроводной сети в хорошем санитарно-бактериологическом состоянии [14, 16].

Мировое производство хлорита натрия достигло 90 тыс.т/год, а двуокиси хлора – 250 тыс.т/год. В настоящее время двуокись хлора с большим успехом применяют на многих сотнях станций в США, Германии, Франции, Швейцарии и других стран. Среди станций, применяющих ClO_2 , крупные водопроводные станции Берлина, Брюсселя, Тулузы, Цюриха и др [8, 9]. В США, Германии и др. странах длительный период работают специализированные фирмы, производящие хлорит натрия и генераторы диоксида хлора более 100 моделей, производительностью от 1 до 20000 кг/сут. [8, 9, 14].

Однако у этого реагента есть существенные недостатки. Авторами статьи [17] проведен эксперимент по использованию ДХ в качестве дезинфектанта воды на лабораторных животных (крысах). Результаты показали отрицательное влияния на репродуктивную функцию. К другим недостаткам этого реагента относится необходимость его приготовления на месте, а также необходимость контроля и удаления из воды остаточных хлоритов и хлоратов.

Подводя итоги проведенного аналитического обзора, следует обратить внимание на противоречивость и дискуссионность мнений по использованию реагентов при хлорировании воды. В то же время

выбор экологически безопасного и экономически целесообразного метода обеззараживания воды приобретает одну из самых насущных потребностей обеспечения нормальной жизнедеятельности человека.

Исследованиями последних лет показано, что высшие многоклеточные организмы, включая человека, синтезируют в особых клеточных структурах хлорноватистую кислоту и высокоактивные хлоркислородные соединения для борьбы с микроорганизмами и чужеродными субстанциями [10, 18, 19]. Этот природный механизм антибактериальной защиты функционирует во внутренней среде организма человека и животного на протяжении многих миллионов лет без каких-либо сбоев [10]. Самой Природой хлор избран защитником внутренней среды организма человека. Человеку остается найти оптимальный путь использования этого апробированного инструмента для обеспечения безопасности окружающего мира, в том числе и воды.

Применение молекулярного хлора требует специальных мер безопасности во время эксплуатации, перевозки и хранения. Хлорирование водопроводов и сетей при помощи жидкого хлора является опаснейшей операцией, и она должна быть тщательно подготовлена и проведена под руководством опытного специалиста.

Хлорированию как методу обеззараживания воды присущи и другие недостатки. К ним относятся сложность транспортировки и хранения жидкого хлора, необходимость соблюдения многочисленных требований по ТБ, продолжительное время контакта для достижения обеззараживающего эффекта. Присутствие в воде некоторых химических веществ техногенного происхождения, например, синтетических ПАВ, может существенно снижать эффективность хлорирования [20].

Тем не менее, высокая бактерицидная эффективность и технологическая надежность делают метод хлорирования самым распространенным методом обеззараживания питьевой воды, как в нашей стране, так и за рубежом.

Литература

1. Кульский Л.А. Обезвреживание и очистка воды хлором, Из-во МКХ РСФСР. – М., 1974. – 256 с.
2. Whilock E.A. – Water and Water Eng., 1953, 57, 683, – P 12-20.
3. Кульский Л.А. Новые данные о технике очистки и обеззараживания воды хлором. Изд-во МКХ УССР. – К., 1946. – С. 345-354.
4. Кульский Л.А. Улучшение качества питьевой воды. Изд-во АН УССР. – К., 1946. – 237 с.
5. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К.: Наукова думка, 1971. – 494 с.
6. Пуликовский К.Б., Кутын Н.Г., Селезнёв Г.М. и др. Пути повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 5. С. 3 – 7.
7. Селезнёв Г.М., Лыков С.М., Буракова Ю.В. и др. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды – альтернатива хлору // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 2. С. 64 – 66.
8. <http://www.arista.com.ua>.
9. http://superfilter.ru/index.php?Page=hlor_water
10. Бахир В.М. К проблеме поиска путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ // Водоснабжение и канализация. 2009. № 1. С. 56 – 62.
11. Faust S.D., Aly O.M. Chemistry of water treatment, 2nd Edition, Lewis Publishers, L., NY, W. D. C., 1998.
12. Краснобородько И.Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. Л.: Химия, 1988. 193 с.
13. Бахир В.М. Дезинфекция воды гипохлоритами – преступная безграмотность или грамотная преступность. Тез. докладов. на конф. Вода в пищевой промышленности. Одесса, 2010. – С. 49 – 50.
14. Петренко Н.Ф., Мокиенко А.В. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки. Одесса: Optimum, 2005. – 486 с.
15. Haas C.N. Engtebrecht R.S. Physiological alterations of vegetative microorganisms resulting from chlorination//J.Water Pollut. Control Fed.–1980.–№ 52.–P.1976–1989.
16. http://www.aqua-vit.ru/stati/obezzarazhivanie_vody/index.php
17. Chlorite and Clorate in drinking water. Background document for development of WHO GuideLines for Drinking-water Quality. World Health Organization, 2004.
18. Лопаткин Н.А., Лопухин Ю.М. Эффективные методы в медицине. М.: Медицина, 1989. 352 с.
19. Арчаков А.И., Карузина И.И. Окисление чужеродных соединений и проблемы токсикологии. Вестник АМН СССР. 1998. № 1. С. 14 – 28.
20. Мазаев В.Т., Ильницкий А.П., Шляпкина Т.Г. Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 320 с.