

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.

Еще раз для тех, кому не нравится хлор

Для централизованного питьевого водоснабжения населения России используются преимущественно поверхностные источники – реки, водохранилища, озера. Заражение этих вод постоянно возрастает за счет увеличения удельного веса сброса неочищенных стоков, в связи с чем существенно возросло микробное заражение поверхностных водоемов. Неспособность обеспечить безопасность питьевой воды подвергает население риску вспышек кишечных и других инфекционных болезней, которые могут привести к одновременному заражению потенциально большей части населения, в том числе и детей.

Серьезное положение в области водоснабжения сложилось с техническим состоянием водоочистных комплексов централизованных водозаборов, которые во многих случаях были спроектированы и построены 70-80 лет назад. Их износ с каждым годом нарастает, а более 40% оборудования требует полной замены [1]. Анализ аварийных ситуаций показывает, что 57% аварий на объектах ВКХ происходят из-за ветхости оборудования, поэтому дальнейшая его эксплуатация будет приводить к резкому возрастанию аварий, ущерб от которых значительно превысит затраты на их предотвращение. Положение усугубляется тем, что из-за изношенности сетей вода в них подвергается вторичному заражению, и требует дополнительной очистки и обеззараживания. Еще хуже положение с централизованным водоснабжением населения в сельской местности.

В результате, если в 80-е годы прошлого столетия в России в среднем только 7% исследованных проб не отвечали гигиеническим требованиям по бактериологическим показателям, то в настоящее время эта величина возросла до 11-12%. С 1991 года в стране отмечается стойкая тенденция к повышению кишечной инфекционной заболеваемости бактериальной и вирусной этиологии как сезонной, так и вспышечной, обусловленной водным фактором. С 2002г. стало резко возрастать заболеваемость вирусными гепатитами. Прирост гепатита А в 2002 году по сравнению с предыдущим годом составил 91%. Вспышки гепатита А, связанные с употреблением населением некачественной воды, имели место в Саратове, Иркутской, Челябинской, Новгородской областях и в ряде городов Подмосковья.

Летом в 2005 году по России прокатилась волна заболеваний серозным менингитом. Масштабы этого заболевания оказались непредсказуемы - Новосибирская, Екатеринбургская, Свердловская, Архангельская области, Краснодарский и Ставропольский края, Бурятия, Удмуртия... И это не весь список регионов охваченных эпидемией. По заключению врачей эта инфекция проникает в организм человека водным путем либо при употреблении зараженной воды, либо при контакте с ней. Врачи не исключают продолжения локальных вспышек этой болезни из-за плохого

состояния технологических систем водоподготовки ЖКХ России. 2006-2007 годы сопровождались локальными вспышками кишечных заболеваний и гепатитом А в Дагестане, на Сахалине, Карелии, Ставропольском крае Новгородской, Волгоградской и других областях. В 2007 году в некоторых регионах наблюдались вспышки болезни вызванной бактериями *Legionella*. Бактерии *Legionella* распространены повсеместно в окружающей среде и проникают в системы распределения питьевой воды при повышенной температуре, наблюдаемой временами в сетях и более часто в системах распределения горячей и теплой воды. Некоторые микроорганизмы разрастаются в виде биопленок на поверхностях при контакте с водой и, если они не вызывают заболевания у здоровых людей, то сильно ухудшают органолептические свойства воды, то есть вызывают неприятное ощущение в результате появления неприятного вкуса и запаха или изменения цвета питьевой воды.

Это дает основания назвать проблему гигиены водоснабжения, т.е. обеспечение населения доброкачественной надежно обеззараженной водой, важнейшей проблемой, требующей комплексного и наиболее эффективного решения.

Таким образом, при рассмотрении вопросов безопасности функционирования ВКХ необходимо учитывать как техническую сторону безопасности объектов водоподготовки, так и санитарно-эпидемиологическую безопасность продукта – питьевой воды [2]. Безопасная питьевая вода, по определению опубликованной Всемирной организацией здравоохранения «Руководства по обеспечению качества питьевой воды», не должна представлять никаких рисков для здоровья в результате ее потребления в течение всей жизни, включая различную уязвимость человека к болезням на разных этапах жизни. К группе наибольшего риска в отношении болезней, передаваемых через воду, относятся дети грудного и раннего возраста, люди с ослабленным здоровьем или живущие в антисанитарных условиях и люди пожилого возраста [3].

Обеззараживание воды осуществляется при помощи добавления в воду различных химических веществ или проведения специальных мероприятий. Использование химических дезинфицирующих средств при обработке воды обычно вызывает образование химических побочных продуктов. Однако риск для здоровья от этих побочных продуктов чрезвычайно низок по сравнению с риском, связанным с вредоносными микроорганизмами развивающимися в воде вследствие неадекватной дезинфекции.

Минздравом разрешено применение более 200 средств для дезинфекции и стерилизации. Однако рассматривать их все нет необходимости, так как многие из них по тем или иным причинам не применимы для водоснабжения. Остановимся только на основных дезинфектантах, применяемых в России и за рубежом.

Все технологические схемы очистки и обеззараживания воды (старые и новые) должны опираться на основные критерии, предъявляемые к качеству

питьевой воды: питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении, безвредна по химическому составу и обладать благоприятными органолептическими (вкусовыми) свойствами. Эти критерии и лежат в основе нормативных актов всех стран, в том числе и в России (СанПиН 2.14.1074-01). Причем эти документы учитывают тот факт, что опасность заболеваний человека от микробиологического загрязнения воды во много тысяч раз выше, чем при загрязнении воды химическими соединениями различной природы.

В существующей практике обеззараживания питьевой воды хлорирование используется наиболее часто как наиболее экономичный и эффективный метод в сравнении с любыми другими известными методами. В США 98,6 % воды (подавляющее количество) подвергается хлорированию. Аналогичная картина имеет место и в России, и в других странах, т.е. в мире в 99 из 100 случаев для дезинфекции используют либо чистый хлор, либо хлорсодержащие продукты [4]. На рис.1 отражены объемы потребления хлора для дезинфекции воды в России и США.

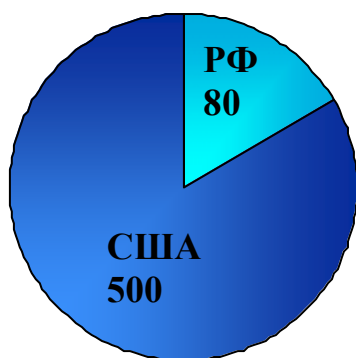


Рис.1. Объем потребления хлора
Для дезинфекции воды в
США и России (тыс.т/год)

Такая популярность хлорирования связана и с тем, что это единственный способ, обеспечивающий микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети в любой момент времени благодаря эффекту последействия. Этот эффект заключается в том, что после совершения действия по внедрению молекул хлора в воду («последействие») последние сохраняют свою активность по отношению к микробам и угнетают их ферментные системы на всем пути следования воды по водопроводным сетям от объекта водоподготовки (водозабора) до каждого потребителя. Подчеркнем, что *эффект последействия присущ только хлору*. Учитывая состояние наших водопроводных сетей, забывать о присутствии в них микробов «смерти подобно».

Кроме главной функции – дезинфекции, благодаря уникальным окислительным свойствам и эффекту последействия, хлор служит и другим целям – контролю за вкусовыми качествами и запахом воды, предотвращению роста водорослей, поддержанию в чистоте фильтров, удалению железа и марганца, разрушению сероводорода, обесцвечиванию

воды и т.п. В этом смысле ни одно из альтернативных хлору средств не может сравниться с ним по универсальности и простоте применения.

В последнее десятилетие в России активно обсуждается вопрос повышения эффективности очистки и обеззараживания воды и применения для этого новых технологических схем. Причем эти обсуждения иногда сопровождаются такими «глубокомысленными» высказываниями как: «Хлорирование – это очень плохо», «уже нигде (кроме России) воду не хлорируют», «Ну хлор – это уже почти прошлый век, то есть XX век, сейчас есть новые технологии, которые позволяют отказаться от хлора. Применение хлора – губительно. Необходимо применять нанотехнологии». Основываясь на таких псевдонаучных утверждениях в России, принята программа «Антихлор», на основе которой осваиваются огромные средства для бессмысленного внедрения якобы альтернативных технологий. А лето 2008 года началось с энтеровирусной инфекции со смертельными исходами и совершенно очевидно для специалистов, что причины всех энтеровирусных инфекций – антисанитария и некачественная питьевая вода.

А не пора ли остановиться и трезво (научно обоснованно) взглянуть на проблему, развеять заблуждения чиновников от ЖКХ, от решения которых зависит здоровье нации?

Недостатки и достоинства наиболее широко применяемых альтернативных методов обеззараживания – озонирование и УФ-облучения хорошо изучены [5]. Основным недостатком этих методов, определяющим их место в технологии обеззараживания является отсутствие эффекта обеззараживающего последствия. Поэтому эти методы используются на первичном (предварительном) этапе обеззараживания, что позволяет уменьшить дозу применяемого хлора. Однако, перед подачей воды в распределительные сети обязательно хлорирование, поскольку оно является единственным способом, обеспечивающим микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети благодаря эффекту последствия.

Рассмотрим с точки зрения безопасности применение озонирования и УФ-облучения.

Несмотря на российский и зарубежный опыт применения озона в технологии водоподготовки есть еще множество нерешенных проблем. Очень часто озонирование называют экологически чистым способом обеззараживания. Не понятно только, что послужило основанием такого определения. Последние исследования показали, что мнение об озонировании как о более безвредном способе обеззараживания воды ошибочно. Так продукты реакции озона с содержащимися в воде органическими веществами представляют собой альдегиды (формальдегид, ацетальдегид, глиоксаль, метилглиоксаль), кетоны, карбоновые кислоты и другие соединения, присутствие которых создает ряд дополнительных проблем в процессе водоподготовки, в том числе альдегиды увеличивают опасность образования хлорорганических побочных продуктов. Кроме того,

как следует из опыта применения озона на Мосводоканале, применение озона не только дорого, но и не позволило исключить даже предварительное хлорирование из-за ненадежности очистки воды от гидробионтов, выявилась также негативная тенденция увеличения численности зоопланктона в воде, обработанной озоном.

Применение другого альтернативного дезинфектанта – УФ-облучения позволяет избавиться от побочных продуктов обеззараживания, что является его несомненным достоинством. Но на сегодня его промышленное применение осложняется отсутствием возможности оперативного контроля эффективности обеззараживания воды. В соответствующих методических руководствах указывается на возможность применения УФ-облучения на этапе первичного обеззараживания воды при условии проведения на источнике водоснабжения технологических исследований. Вместе с тем в методических указаниях отмечается, что УФ-облучение обеспечивает заданный бактерицидный и вирулицидный эффект лишь при соблюдении всех установленных эксплуатационных условий. Одним из важнейших вопросов применения этого метода является создание гарантий пропуска всей обеззараживаемой воды через установку, т.е. производительность установки должна быть равна производительности водопроводной станции. Одним из важнейших вопросов применения этого метода является создание гарантий его надежности. С этой целью система должна быть снабжена датчиками измерения интенсивности УФ-облучения в камере обеззараживания, системой автоматики, гарантирующей звуковой и световой сигналы при снижении минимально заданной дозы, счетчиков времени наработки ламп и индикаторов их исправности для своевременной очистки при обрастании или замены.

Понимая необходимость использования хлора на одной из стадий водоподготовки, эксплуатационщики используют программу «Антихлор» для замены газообразного хлора на гипохлорит. Совершенно очевидно, что и газообразный хлор и гипохлорит образуют в воде хлорноватистую кислоту и гипохлорит ион в соотношениях, определяемых значением pH воды. Это соотношение определяется реакцией гидролиза гипохлорита натрия и диссоциацией хлорноватистой кислоты:



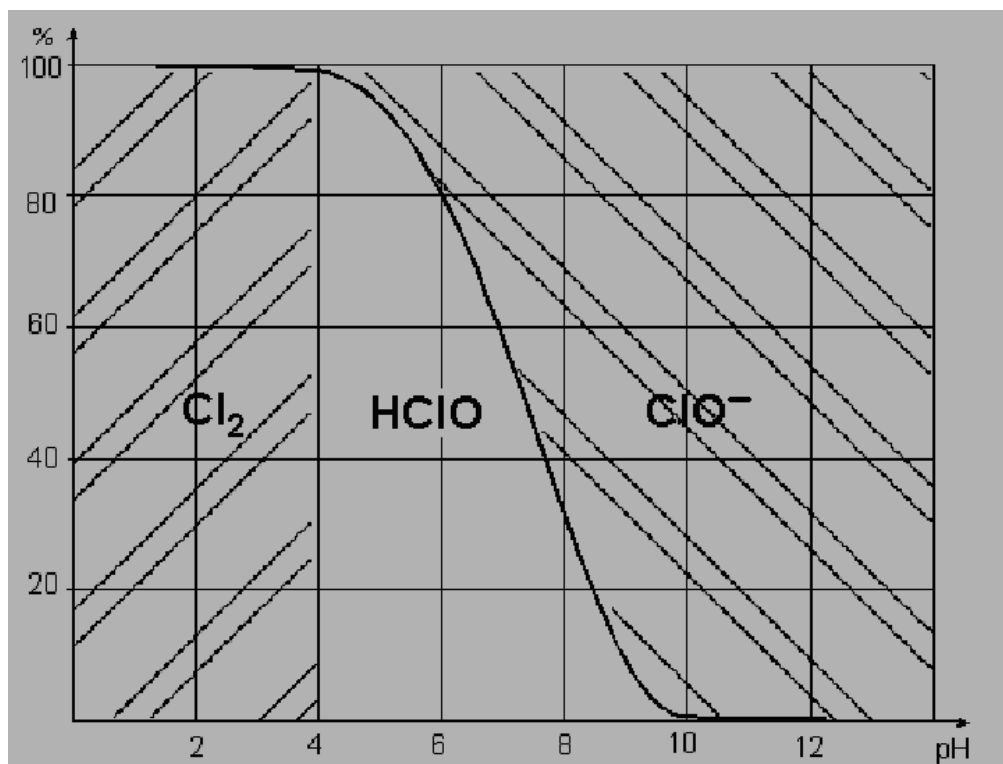
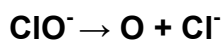


Рис.2. Равновесная диаграмма хлор – хлорноватистая кислота при растворении в воде гипохлорита в зависимости от pH воды

Из диаграммы следует, что при растворении гипохлорита в воде при значениях pH меньше 2 выделяется молекулярный хлор. При значениях pH в области 4-10 в растворе появляется недиссоциированная хлорноватистая кислота и гипохлорит-ион ClO^- , обладающий высокой химической активностью к биологическим средам. Доля хлорноватистой кислоты меняется от 100% при значениях pH в области 4-5 до 0 при значениях pH=10 (рис.2). В области pH>10 единственной формой активного хлора является гипохлорит-ион ClO^- , который в сильно щелочных растворах разлагается в соответствии с реакцией.



Образующийся атомарный кислород в силу своей реакционной способности переходит в кислород, а образованный ион Cl^- не имеет эффективного бактерицидного эффекта.

Равновесная диаграмма хлор – хлорноватистая кислота при растворении газообразного хлора в воде в зависимости от pH воды показана на рис.3.

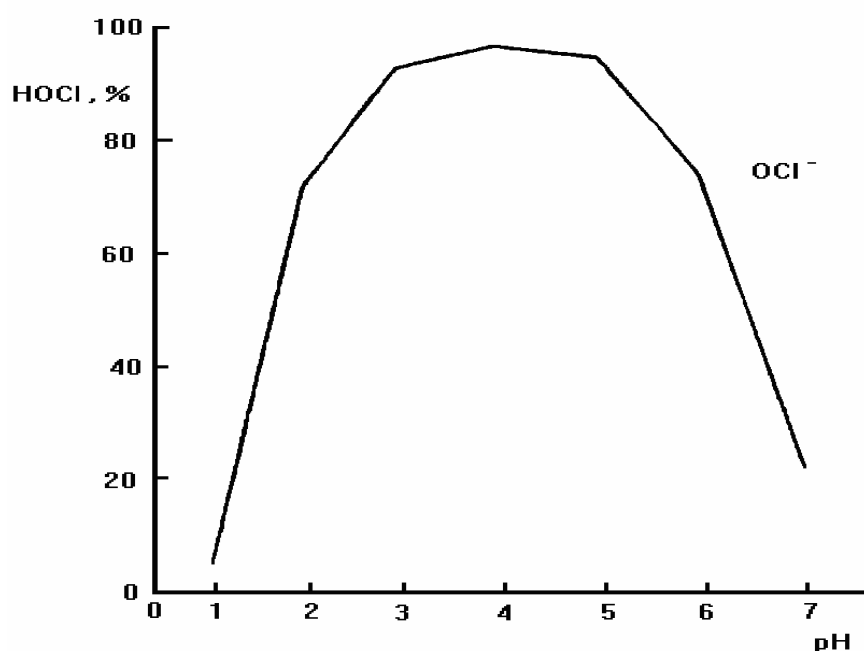


Рис.3. Равновесная диаграмма хлор – хлорноватистая кислота при растворении газообразного хлора в воде

Из диаграммы представленной на рис.1 следует, в кислой среде соответствующей значениям pH 1-2 хлор практически не взаимодействует с водой. При увеличении pH от 2 до 5 идет образование хлорноватистой кислоты, а при достижении pH значений 6 весь хлор переходит в форму **НСlО**. При достижении pH значений 6-7 начинается диссоциация (ионизация) **НСlО**. В воде появляются ионы **ClO⁻**, обладающие более высокой химической активностью к биологическим средам, чем хлор. И наиболее оптимальными условиями для существования этих ионов лежат в диапазоне значений **pH 7,4-7,5**. С повышением pH концентрация хлорноватистой кислоты в воде убывает и при достижении pH значений 10 – **НСlО** – отсутствует (появляется **Cl⁻**, который не имеет эффективного бактерицидного эффекта). Из сопоставления химизма растворения хлора и гипохлорита в воде следует, что в обоих случаях основным дезинфицирующим агентом является гипохлорит-ион **ClO⁻**. Таким образом, по крайней мере, некорректно называть замену газообразного хлора на гипохлорит программой «антихлор» и тем самым вводить в заблуждение потребителей питьевой воды.

При этом везде, где внедряется эта программа, декларируется безопасная технология и отсутствие последствий связанных с применением хлора. Однако это мнение ошибочно как в смысле технической, так и эпидемиологической безопасности.

Привлекательность гипохлорита натрия обосновывается тем, что он не горюч и не взрывоопасен, поэтому применяемое при его использовании оборудование для обеспечения процесса обеззараживания на станциях

водоподготовки до последнего времени не относилось к категории промышленно опасного и поднадзорного Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору. До последнего времени это «облегчало жизнь» эксплуатационникам. Но, как нам кажется, пришло понимание того, что объекты, на которых он используется, являются опасными производственными объектами и опыт применения гипохлорита в зарубежных странах это подтверждает. Опасность применения гипохлорита связана с выделением хлора при смешивании с кислыми растворами, с постоянными газовыделениями при хранении вследствие разложения и высокой коррозионной активности. В докладе Б.Ю.Ягуда «Опыт применения хлора, гипохлорита натрия и двуокиси хлора на зарубежных станциях водоподготовки» на конференции «Техновод - 2008» проведен анализ происшествий на объектах водоподготовки при использовании хлора и гипохлорита.

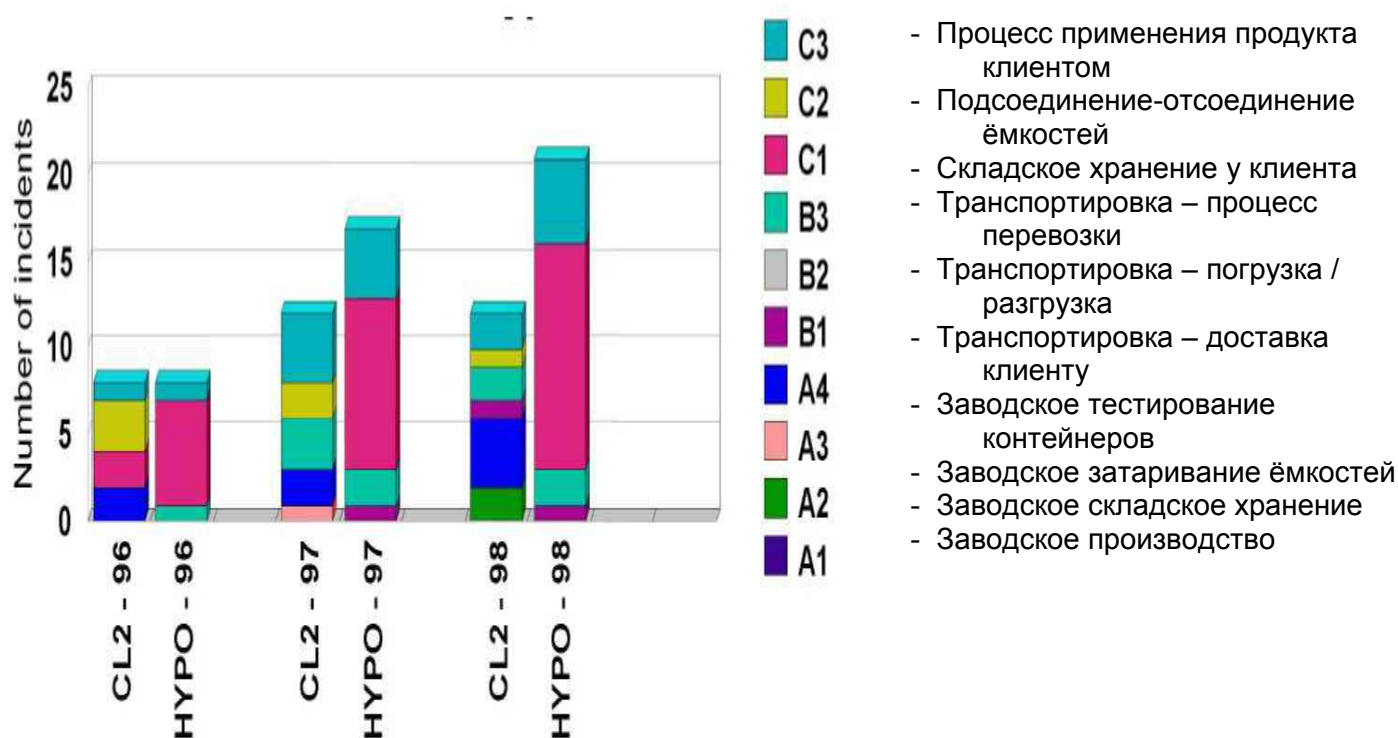


Рис.4. Хлор и гипохлорит: сравнение по числу происшествий

Из рис. 4 видно, что из года в год растет число происшествий при применении, хранении и перевозке гипохлорита и, если общее число аварий в 1996 году при применении хлора и гипохлорита мало отличалось, то к 1998 году число происшествий с гипохлоритом возросло вдвое.

В таблице 1 приведены наиболее крупные аварии происшедшие при применении гипохлорита

Таблица 1. Аварии и происшествия с гипохлоритом натрия

Дата	Место	Число пострадавших	Описание
05.10.07	Франкфурт-на-Майне	50	По ошибке автоцистерну с соляной кислотой разгрузили в емкость с гипохлоритом натрия (хлорный отбеливатель).Образовалось облако газообразного хлора.
24.01.93	Графство Чиппенхэм (Chippenham), Великобритания	3	На территории и в помещениях Центра Досуга произошел разлив 450 литров гипохлорита натрия и 40 литров соляной кислоты
02.04.90	Графство Норвич (Norwich), Великобритания	1	В результате случайной ошибки было применено несоответствующее технологии химическое вещество. Утечка одновременно и соляной кислоты и гипохлорита натрия привела к высвобождению хлора
27.07.90	Графство Манчестер (Manchester), Великобритания	7	Соляная кислота и гипохлорит натрия одновременно применены для водоподготовки в плавательном бассейне, прореагировали друг с другом и образовали хлор. Пары хлора распространились через вентиляционную систему.
31.01.89	г.Уэллс, графство Соммерсет (Wells, Somerset), Великобритания	8	Водитель автоцистерны совершил ошибку и подсоединил к своей цистерне неверный шланг. В результате полная цистерна соляной кислоты была выгружена в резервуар с гипохлоритом натрия
14.10.88	г.Кеттеринг, графство Нортантс (Kettering, Northants), Великобритания	25	По чьей-то ошибке гипохлорит натрия смешали с соляной кислотой. Образовался газообразный хлор.

17.05.87	Штат Филадельфия, США	42	Протечки в резервуарах соляной кислоты и гипохлорита натрия привели к образованию паров хлора.
01.03.85	г.Уэстмэлл (Westmalle) Бельгия	25	Соляную кислоту случайно привезли на промплощадку и смешали с остатками гипохлорита натрия, которые оставались в том резервуаре, куда разгрузили кислоту. Образовалось облако газообразного хлора.
12.02.85	г.Гомер-Сити (Homer City), США	11	Гипохлорит натрия прореагировал с серной кислотой в трубе системы слива. Образовалось облако газообразного хлора.
20.11.84	г.Слэйтуэйт, Графство Уэст Йоркшир (Slaithwaite, West Yorkshire), Великобритания	29	По ошибке хлорид железа разгрузили в емкость с гипохлоритом натрия (отбеливатель), что привело к образованию токсичного облака газообразного хлора.
06.09.84	г.Хинкли (Hinckley), Великобритания	43	Произошло непреднамеренное смешение гипохлорита натрия и соляной кислоты в плавательном бассейне.
12.02.79	г.Кельн, Германия	4	Целый завод был эвакуирован, когда в резервуар, содержащий гипохлорит натрия разгрузили серную кислоту, в результате чего образовалось облако газообразного хлора.
08.03.70	г.Кайзерслаутерн Германия	67	Из-за протечки трубопровода произошло смешивание соляной кислоты и гипохлорита натрия в резервуаре хранения гипохлорита. Образовалось облако газообразного хлора.

Наиболее крупные аварии случаются при смешивании гипохлорита с кислотами, что приводит к выбросу газообразного облака хлора при этом следует учесть, что выделяется в таких случаях влажный хлор, который при проникновении в легкие не вызывает болевых ощущений, поэтому наиболее опасен и приводит к большим жертвам. По-видимому, аналогичная авария произошла в аквапарке Санкт-Петербурга, где непреднамеренное смешение гипохлорита натрия с рН-корректором (соляной кислотой) привело к выбросу влажного хлора. К сожалению, имеются только отдельные данные по РФ, полная статистика отсутствует, но в связи с ростом использования гипохлорита картина аварийности мало чем будет отличаться от стран, имеющих большой опыт использования этого реагента. Поэтому своевременным является решение совещания Ростехнадзора «Состояние и перспективы развития хлориспользующих объектов систем водоподготовки ЖКХ» в апреле 2008 года, в котором отмечается, что объекты на которых применяются привозные или произведенные на месте гипохлорита натрия, двуокись хлора и озон, являются опасными и к ним применяются требования Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Таким образом, представление о безопасности использования гипохлорита натрия ошибочны и поэтому переход на этот реагент по принципу безопасности ошибочны.

Кроме того, замена газообразного хлора гипохлоритом натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригаламетанов (ТГМ), что ухудшает качество воды, связанное с тем, что при применении гипохлорита процесс образования ТГМ растянут во времени до нескольких часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем больше рН. Санитарномикробиологические исследования, проведенные в 2002 году Санкт-петербургским институтом медико-экологических проблем выявили недостатки гипохлорита с позиции функциональной эффективности и экологической чистоты. Оказалось, что раствор хлора в воде в несколько десятков раз эффективнее гипохлорита по остаточному количеству бактерий. Кроме того, гипохлорит неэффективен против цист, что ограничивает его применение на протяженных водопроводных сетях, теряет активность при длительном хранении, интенсивно образует побочные продукты дезинфекции. Таким образом, и по экологическим параметрам и дезинфекционным качествам гипохлорит уступает газообразному хлору.

Сопоставление затрат на оборудование, ремонт и обслуживание объектов с использованием гипохлорита и хлора также не в пользу гипохлорита, что отражено в таблицах 2, 3.

Таблица 2. Капитальные затраты, затраты на оборудование, на ремонт и обслуживание

	Газообразный хлор	Гипохлорит натрия
Затраты крупных предприятий	Низкие	Высокие (выше в 3-4 раза)
Избыточность	Просто встроить в существующую систему	Дорого встроить в существующую систему
Легко организовать складское ранение	Легко хранить	Разлагается с течением времени (потеря активной части в результате хранения до 30% первоначального содержания по истечении 10 суток)
Регламентное обслуживание	Низкие	Низкие
Частота инспекций/тестирования	Регулярно (опасный объект)	Регулярно (опасный объект)
Срок жизни оборудования	Долгий (>15 лет)	Короткий или средний для резервуара (от менее 5 до менее 10 лет)
Системная адаптивность	Может применяться в составе сложных систем	Применим только в простых системах
Активный хлор(%)	100% чистого стойкого химического вещества	12,5% по весу и объему разбавленного нестойкого химического вещества, увеличение объемов применения реагента в 7-8 раз по сравнению с хлором за счет низкого содержания активной части

Транспортные затраты	Ниже	Выше увеличение объема транспортировки железнодорожных цистерн
Приемлемость для удаленных станций водоподготовки	Удобен	Дорог
Зависимость затрат от объема поставок	Удельные затраты падают с ростом расхода химического вещества	Удельные затраты растут с ростом расхода химического вещества
Доступность массовых поставок	Доступен. Автоцистерны, танкеры, бочки и баллоны	Для очень больших производственных мощностей доступность ограничена

Эта обобщенная таблица подтверждается примером расчета экономической целесообразности замены хлора на гипохлорит натрия в технологии обеззараживания воды применительно к хлораторной на станции третьего подъема на водоканале среднего города России.

Таблица 3. Затраты на внедрение хлора и гипохлорита

Статья расходов, тыс. руб.	По ГХН	По хлору	Разница
1	2	3	4
Проект	740	240	500
Оборудование и монтаж	30 000	1 560	28 440
Транспорт (год)	65	20	45
Стоимость реагента (год)	4 000	1 500	2 500
АГСС (спасатели) (год)	-	480	- 480
Система оповещения (по системе ГО и ЧС)	-	Около 3 000	- 3 000

Примечания к таблице 3:

1. В состав оборудования включены: 2 хлоратора АХВ-1000/Е, 2 системы автоматического регулирования расхода хлора (САР-РХ) и аппарат нейтрализации аварийных выбросов хлора.

2. По системе оповещения предполагается разовое капитальное вложение. Техническая реализация никакими нормативными документами не определена, что дает возможность изменения ее стоимости в сторону уменьшения.
3. Расчет составлялся в 2005 году и, предполагалось, что производства, применяющие гипохлорит не поднадзорны Ростехнадзору. Поскольку эти объекты сегодня считаются опасными производствами, то в затратах дополнительно необходимо учитывать затраты на мероприятия по безопасности в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», которые осложняются отсутствием подготовленных специалистов и оборудования, имеющего Разрешения на применение. Отсутствие качественного отечественного оборудования замещается дорогостоящим импортными дозирующими насосами, выбор которых осложняется широким предложением на рынке и отсутствием квалифицированных специалистов.

Таким образом, замена хлора на гипохлорит увеличивает себестоимость воды, ухудшая ее качество по бактериологическим показателям и химическому составу. Более того, поскольку объекты, использующие газообразный хлор, всегда входили в категорию опасных производственных объектов и находились под контролем Госгортехнадзора, поэтому они, как правило, соответствуют требованиям Федерального закона № 116-ФЗ. Отечественная промышленность производит полный перечень оборудования с «Разрешением на применение на опасных объектах» применяемого в хлораторных. Налажена система обучения и повышение квалификации специалистов. Задача сводится лишь к проведению регламентных работ, замене морально устаревшего оборудования, внедрению систем автоматизации, ограничивающих человеческий фактор, являющийся основным при анализе аварийных ситуаций. На рис.5 представлена схема автоматической дезинфекции воды газообразным хлором на основе данных о потоке воды и содержании хлора в воде [6]. В данной схеме используется отечественное оборудование, которое в течение десятилетий зарекомендовало качественной и безопасной работой. В схеме используются два вакуумных хлоратора (3), автоматический вакуумный переключатель(4), который автоматически отключает пустые баллоны, электромеханический вентиль (ЭМДВ) (12) работающий на основе сигналов, поступающих с аквапроцессора (13). Аквапроцессор обрабатывает данные анализатора хлора в воде (14) и расходомера воды (16) и определяет сигналы на открытие или закрытие ЭМДВ для поддержания заданного значения (уставки) остаточного хлора в воде. В случае утечки хлора в воздух автоматически включается система нейтрализации газообразного хлора (17) [7].

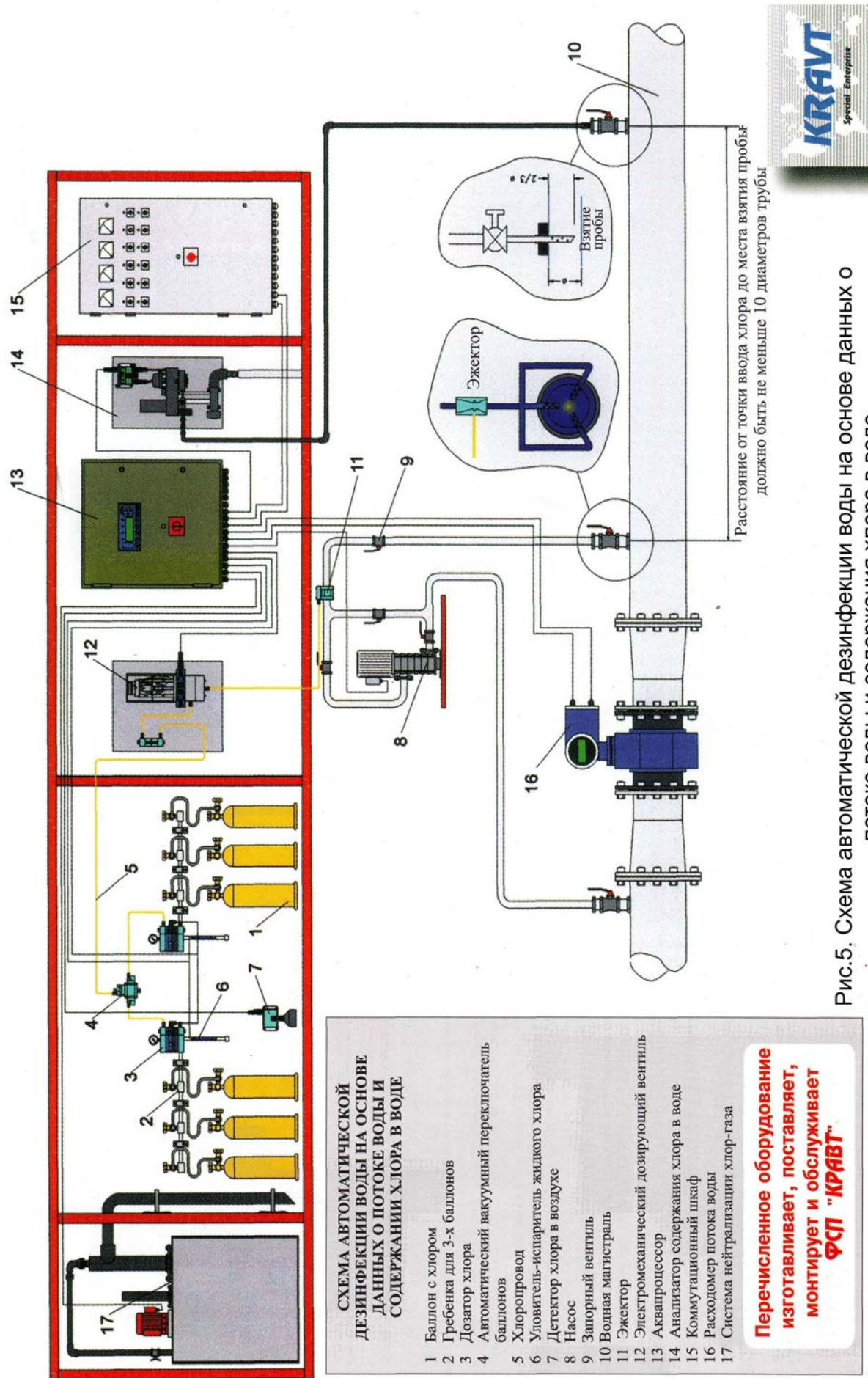


Рис.5. Схема автоматической дезинфекции воды на основе данных о потоке воды и содержания хлора в воде.

В случаях больших расходов хлора в представленной схеме вместо баллонов используются контейнеры с хлором [8]. При этом необходимо учитывать, что в качестве газообразной фракции из контейнера можно отобрать лишь 1% содержимого в час, т.е. из контейнера весом в 850 кг может быть использовано в виде газообразной фракции только 8,5 кг/ч. Поэтому в ПБ 09-594-03 предусмотрено использование испарителей для получения газообразного хлора, которые исключат попадание в хлоратор жидкой фракции хлора. На рис.6 представлена схема автоматической хлораторной, в которой используется испаритель жидкого хлора имеющий разрешение на применение (ИЖХ М3100).

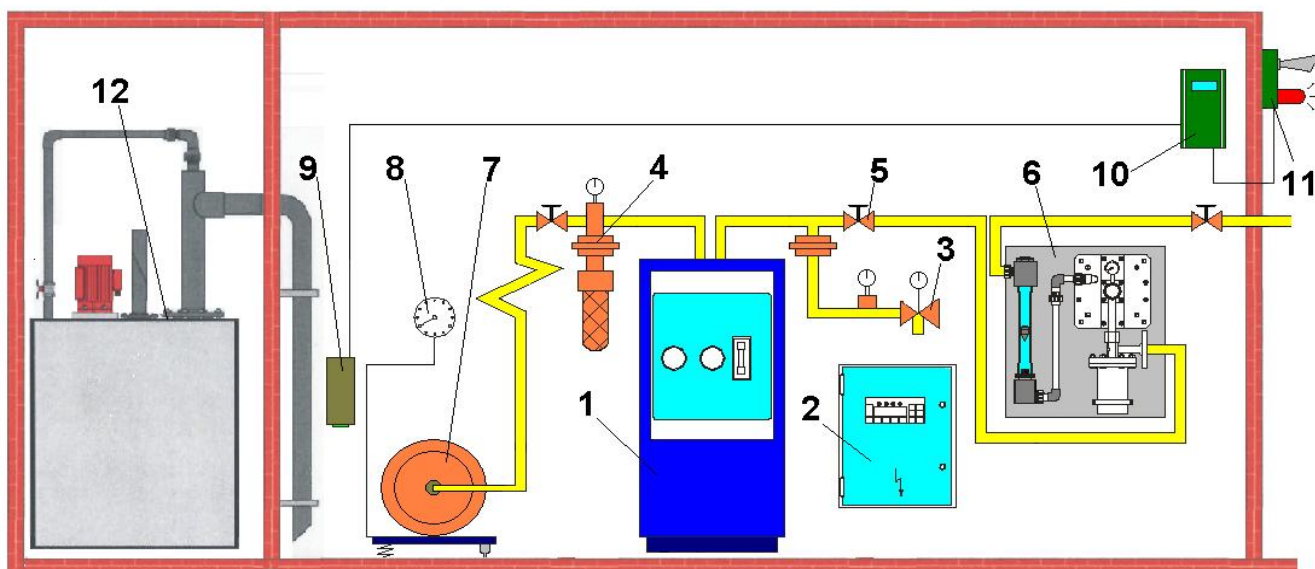


Рис.1. Схема расположения оборудования хлораторной большой производительности

1 - испаритель жидкого хлора, 2 - коммутационный шкаф,
3 - предохранительный клапан, 4 - предохранительная разрывная мембрана с расширительной камерой, 5 - редукционный клапан,
6 - хлоратор, 7 - контейнер с жидким хлором, 8 - электронные весы, 9 - датчик хлора в воздухе, 10 - детектор хлора в воздухе,
11 - аварийная сигнализация, 12 - нейтрализатор аварийных выбросов хлора в атмосферу.

Таким образом, применение технологий хлорирования, использующих современное разрешенное к применению на опасных объектах оборудование, позволяет надежно и безопасно дезинфицировать воду.

Широко используется в западных странах и получает распространение в России наиболее сильный и обладающий пролонгированным бактерицидным эффектом диоксид хлора [9]. Одним из важнейших достоинств диоксида хлора является то, что, будучи более сильным окислителем, чем гипохлорит, он не образует тригалометанов при взаимодействии с органическими

веществами при этом способствует снижению концентраций железа и марганца. Рассмотрим подробнее достоинства диоксида хлора:

- эффективный окислитель и дезинфектант для всех видов микроорганизмов, включая цисты (*Giardia*, *Cryptosporidium*), споровые формы бактерий и вирусы;
- дезинфицирующее действие практически не зависит от pH воды, в то время как эффективность хлора снижается с отклонением значения pH от pH=7,4;
- не образует хлораминов, наличие которых зачастую ухудшает органолептические показатели воды;
- не способствует образованию тригалометанов и других хлорорганических соединений;
- дезодорирует воду, разрушает фенолы – источник неприятного вкуса и запаха;
- не образует броматов и броморганических побочных продуктов дезинфекции в присутствии бромидов;
- способствует удалению из воды железа и марганца путем их быстрого окисления и осаждения оксидов;

Основным недостатком диоксида хлора, выявленным во время эксплуатации диоксидных установок в России, является образование побочных продуктов – хлоратов и хлоритов, содержание которых в питьевой воде необходимо контролировать. В соответствии с СанПиНом предельно допустимая концентрация хлоритов – 0,2 мг/дм³ с санитарно - токсикологическим лимитирующим показателем, соответствующим третьему классу опасности. Эти нормы ограничивают предельную дозу диоксида при дезинфекции воды. Для гарантирования эпидемической безопасности использования диоксида хлора поставлены опыты с искусственным загрязнением воды микроорганизмами *E. Coli* - от 100 до 500 кл/дм³ в МУП «Водоканал» г. Н. Тагила. В испытанных дозах диоксида хлора - 0,1; 0,2; 0,4 мг/дм³ отмечен бурный рост клеток. Лишь при дозах диоксида хлора 1,0 мг/дм³ (5 ПДК по хлоритам) удалось получить стопроцентную гибель бактерий. В то же время при обработке воды, содержащей *E. Coli* 1000 кл/дм³, хлором в концентрации 0,3-0,5 мг/дм³ остаточного свободного хлора достигалась полная гибель микроорганизмов. В случае заражения воды палочкой дизентерии Флекснера в концентрации 1000 кл/дм³ стопроцентный бактерицидный эффект диоксида хлора получен в дозе 1,4 мг/дм³, что превышало ПДК по хлоритам более, чем в 5 раз. Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что использование диоксида хлора для обеззараживания воды, не прошедшей полный цикл очистки, не обеспечивает гарантированный бактерицидный эффект. Наиболее целесообразно применять диоксид хлора в комбинации с хлором [10].

Сравнительный анализ всех наиболее широко используемых дезинфектантов убедительно доказывает важность хлорирования для

обеспечения эпидемиологической безопасности воды, по крайней мере на окончательной стадии водоподготовки, перед ее подачей в резервуар чистой воды. Об исключении хлора на первичном обеззараживании уместно говорить лишь при наличии в воде органических соединений, которые при взаимодействии с хлором (и гипохлоритом) образуют трегламетаны, негативно влияющие на организм человека. И здесь программа «Антихлор» может осуществляться в плане более качественной очистки воды от органических соединений.

Таким образом, хлор в первую очередь, и хлорсодержащие реагенты являются основными неотъемлемыми дезинфектантами в технологии водоподготовки, обеспечивающие эпидемиологическую безопасность воды и предотвращающие распространение эпидемий. Хлорирование воды многими экспертами считается самым крупным изобретением в медицине XX века, принесшее наибольшую пользу человеку. Именно хлорирование, а не открытие антибиотиков, инсулина или пересадка сердца и тем более не надежды на «всемогушие нанотехнологии» спасло больше всего жизней, остановило распространение инфекционных заболеваний.

Хлор – один из биогенных элементов, постоянный компонент тканей растений и животных. Содержание хлора в растениях (много хлора в галофитах) – от тысячных долей процента до целых процентов, у животных – десятые и сотые доли процента. Суточная потребность взрослого человека в хлоре (2 – 4 г) покрывается за счет пищевых продуктов. С пищей хлор поступает обычно в виде хлорида натрия (поваренная соль). Особенно богаты хлором хлеб, мясные и молочные продукты.

В организме хлор – основное осмотически активное вещество плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости и некоторых тканей. Хлор играет роль в водно-солевом обмене, способствуя удержанию тканями воды. Регуляция кислотно-щелочного равновесия в тканях осуществляется наряду с другими процессами путем изменения в распределении хлора между кровью и другими тканями. Исследованиями последних десятилетий установлено, что все высшие многоклеточные организмы, включая человека, синтезируют в особых клеточных структурах хлорноватистую кислоту и высокоактивные метастабильные хлоркислородные и гидропероксидные соединения для борьбы с микроорганизмами и чужеродными субстанциями [11]. Как известно наивысшая бактерицидная активность кислородных соединений хлора проявляется в диапазоне pH от 7,0 до 7,6. Организм человека устроен так, что в норме pH артериальной крови 7,4. Фактом, подчеркивающим особую роль хлоркислородных оксидантов в биологической защите организма человека и других теплокровных организмов, является значительное увеличение бактерицидной активности разбавленных (менее 0,1%) растворов гипохлорита натрия и хлорноватистой кислоты при температуре 36-37 градусов. Этот эффект играет существенную роль при детоксикации внутренней среды человека посредством внутривенного введения раствора гипохлорита натрия.

Так что высказывания «Мне не нравится хлор» и внедрение антихлорных программ провоцируют вспышки инфекций и равносильны фразе «Мне не нравится здоровая жизнь», которое не может произнести здравомыслящий и бескорыстный человек.

Список литературы.

1. Онищенко Г.Г. Санитарно-эпидемиологическая безопасность безопасного водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 1998, №4.
2. Русанова Н.А. Подготовка питьевой воды с учетом микробиологических паразитологических показателей // Водоснабжение и санитарная техника. 1998, №3.
3. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Том 1. Рекомендации. Всемирная организация здравоохранения. Женева. 2004.
4. Ягуд Б.Ю. Хлор как дезинфектант – безопасность при применении и проблемы замены на альтернативные продукты // 5-й Международный конгресс ЭКВАТЭК-2002 Вода: экология и технология. 4-7 июня 2002.
5. А. Б. Кожевников, О. П. Петросян. «Для тех, кому не нравится хлор» // «СтройПРОФИль», 2004, №4/1.
6. А.Б.Кожевников, О.П.Петросян. Современная автоматизация реагентных технологий водоподготовки // СтройПРОФИль №2, 2007.
7. А.Б.Кожевников, А.Арх. Эффективная система нейтрализации аварийных выбросов хлора в атмосферу. // Материалы III международной научно-практической конференции «Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-20086», г. Калуга.
8. О.П.Петросян, В.Бобен. Современные комплексы оборудования хлораторных большой производительности. // Материалы III международной научно-практической конференции «Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-20086», г. Калуга.
9. В.Б. Гурвич, А.А. Хачатуров, К.П. Селянкина, Е.А. Борзунова, Э.Г.Плотко, С.П. Сайченко, Р.Л. Акрамов. О целесообразности комбинированного использования хлора и диоксида хлора для обеззараживания питьевой воды в практике централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения города Нижнего Тагила// Сборник научных статей сотрудников Центра госсанэпиднадзора в Свердловской области. К 80-летию службы. 2002.
10. В.Б. Гурвич, А.А. Хачатуров, К.П. Селянкина, Е.А. Борзунова, Э.Г. Плотко, С.П. Сайченко, Р.Л. Акрамов. О целесообразности комбинированного использования хлора и диоксида хлора для обеззараживания питьевой воды в практике централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения города Нижнего Тагила// Сборник научных статей сотрудников Центра Госсанэпиднадзора в Свердловской области. К 80-летию службы. 2002.

11. В.М.Бахир, Б.И.Леонов, С.А.Паничева, В.И.Прилуцкий, Н.Ю.Шомовская. Химический состав и функциональные свойства хлорсодержащих дезинфицирующих растворов.//Дезинфекционное дело. 2003, №1