

НАДЕЖНОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ - ЗАЩИТА ОТ ЭПИДЕМИЙ

Кожевников А.Б.

канд. техн. наук,
доцент

Петросян О.П.

канд. физ.-мат. наук,
доцент

чл.- корр. МАНЭБ (000 «ФСП КРАВТ»)

чл.-корр.МАНЭБ(Калужский филиал МГТУим. Н.Э.
Баумана)

Серьезное положение в области водоснабжения в последнее время сложилось в связи тяжелым 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]. Ветхость оборудования приводит к резкому возрастанию аварий, ущерб от которых значительно превысит затраты на их предотвращение. Положение усугубляется тем, что из-за изношенности сетей вода, прошедшая полный цикл очистки и обеззараживания на очистных сооружениях, подвергается в них вторичному заражению, и требует дополнительной очистки и обеззараживания. Еще хуже положение с централизованным водоснабжением населения в сельской местности, где подчас отсутствуют элементарные средства водоподготовки.

Фактическая неспособность ВКХ 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.

Заражение поверхностных источников, которые используются для питьевого водоснабжения, постоянно возрастает за счет увеличения удельного веса сброса неочищенных стоков, в связи, с чем существенно возрастает микробное заражение поверхностных водоемов. 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%. 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 ВКХ 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 которой проникают в системы распределения питьевой воды при повышенной температуре, наблюдаемой временами в сетях, и более часто - в системах распределения горячей и геолоидной воды.

Все это дает основания утверждать, что 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 [3].

Очистка и 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 побочных продуктов. Однако, как показали исследования, 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.

В существующей мировой 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 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.

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 последствия. Этот эффект заключается в том, что после совершения действия по внедрению молекул хлора в воду («последствие») последние сохраняют

свою активность по отношению к микробам и угнетают их ферментные системы на всем пути следования с водой по водопроводным сетям от объекта водоподготовки до каждого потребителя. Подчеркнем, что эффект последствия присущ только хлору. Учитывая состояние наших водопроводных сетей, забывать о присутствии в них микробов «смерти подобно».

Недостатки и достоинства наиболее широко применяемых альтернативных методов обеззараживания - озонирования 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.

Кроме главной функции - дезинфекции, благодаря уникальным окислительным свойствам и эффекту последствия, 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 научно обоснованно взглянуть на проблему, развеять заблуждения чиновников от ВКХ, от решения которых зависит здоровье нации?

Рассмотрим с этой точки зрения применение озони-

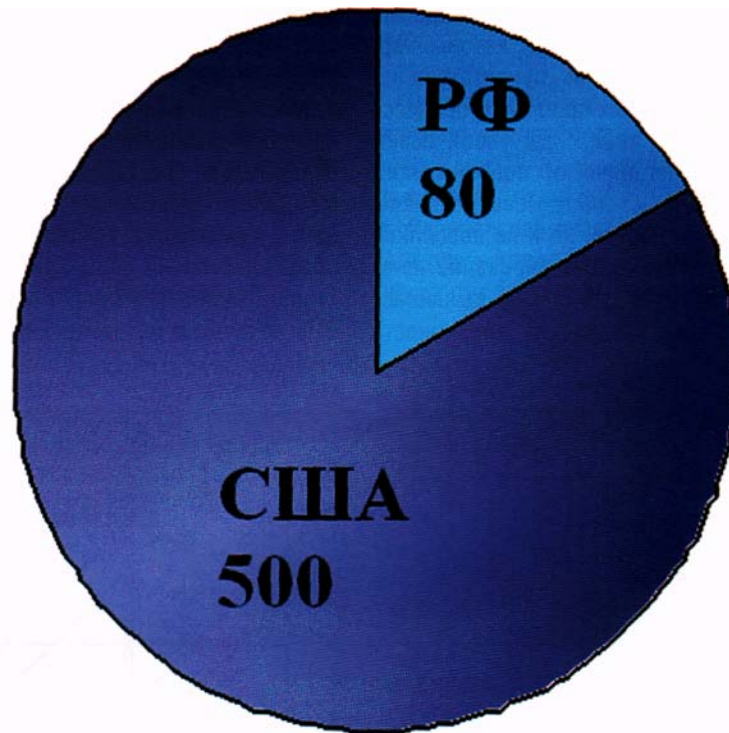


Рисунок 1
Объем потребления хлора
Для дезинфекции воды в США и России (тыс.т/год)

Рассмотрим с этой точки зрения применение озони-

рования 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 Мосводоканала, 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. Поэтому 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. 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

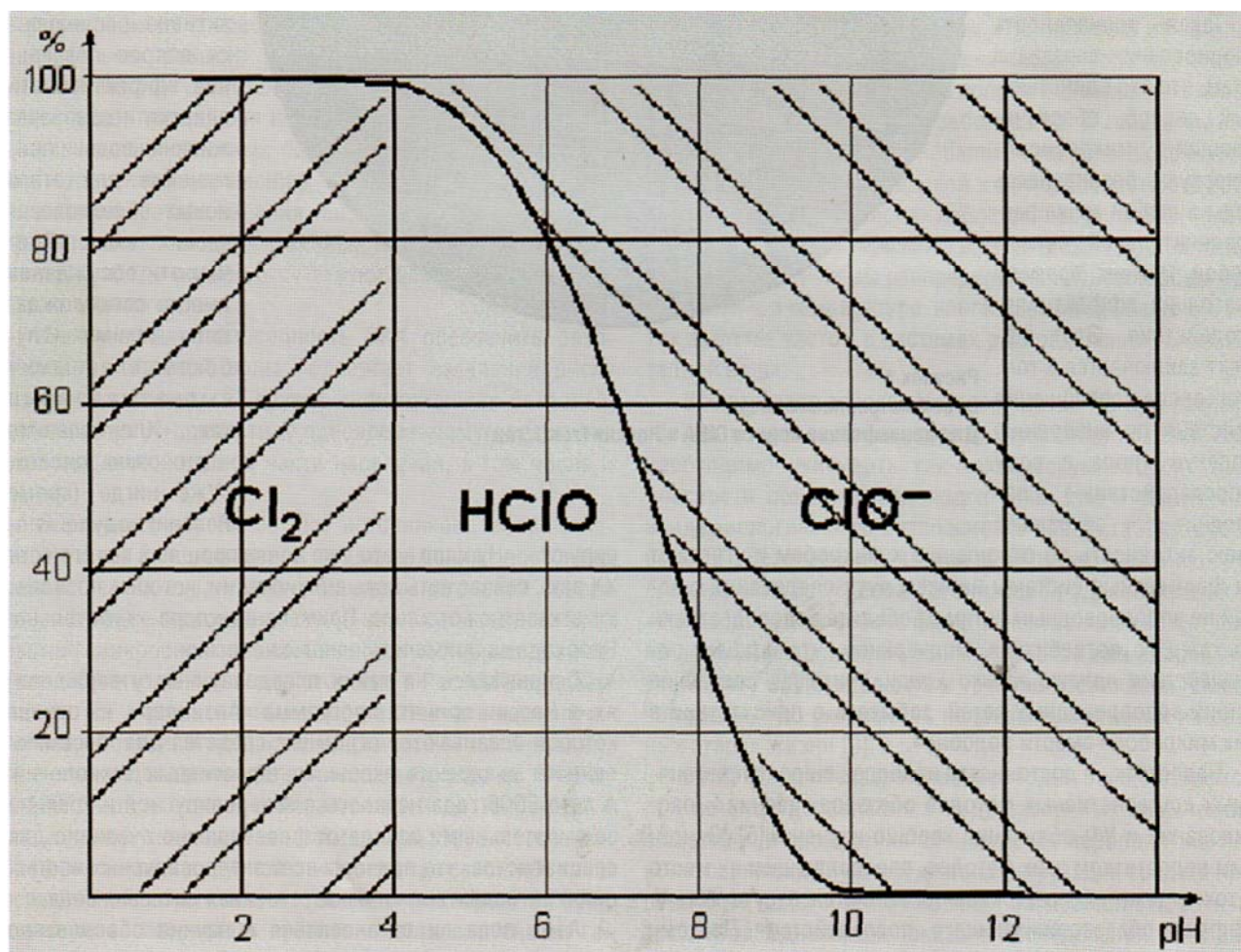


Рисунок 2
Равновесная диаграмма хлор - хлорноватистая кислота при растворении в воде гипохлорита в зависимости от pH воды

У Ф-облучение обеспечивает заданный бактерицидный и вирулицидный эффект лишь при соблюдении всех установленных эксплуатационных требований. Одним из важнейших вопросов применение этого метода является создание гарантий пропуска всей обеззараживаемой воды через установку, т.е. производительность установки должна быть равна производительности водопроводной станции.

Понимая необходимость использования хлора на одной из стадий водоподготовки, эксплуатационщики используют программу «Антихлор» для замены газообразного хлора на гипохлорит натрия. Рассмотрим химизм процесса обеззараживания воды газообразным хлором и гипохлоритом натрия. Он основан на образовании хлорноватистой кислоты и гипохлорит-иона в соотношениях, определяемых значением pH воды. Это соотношение определяется реакцией гидролиза гипохлорита натрия и диссоциацией хлорноватистой кислоты:



Из диаграммы (рис.2) 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^- . Именно ClO^- обладает 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. 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.

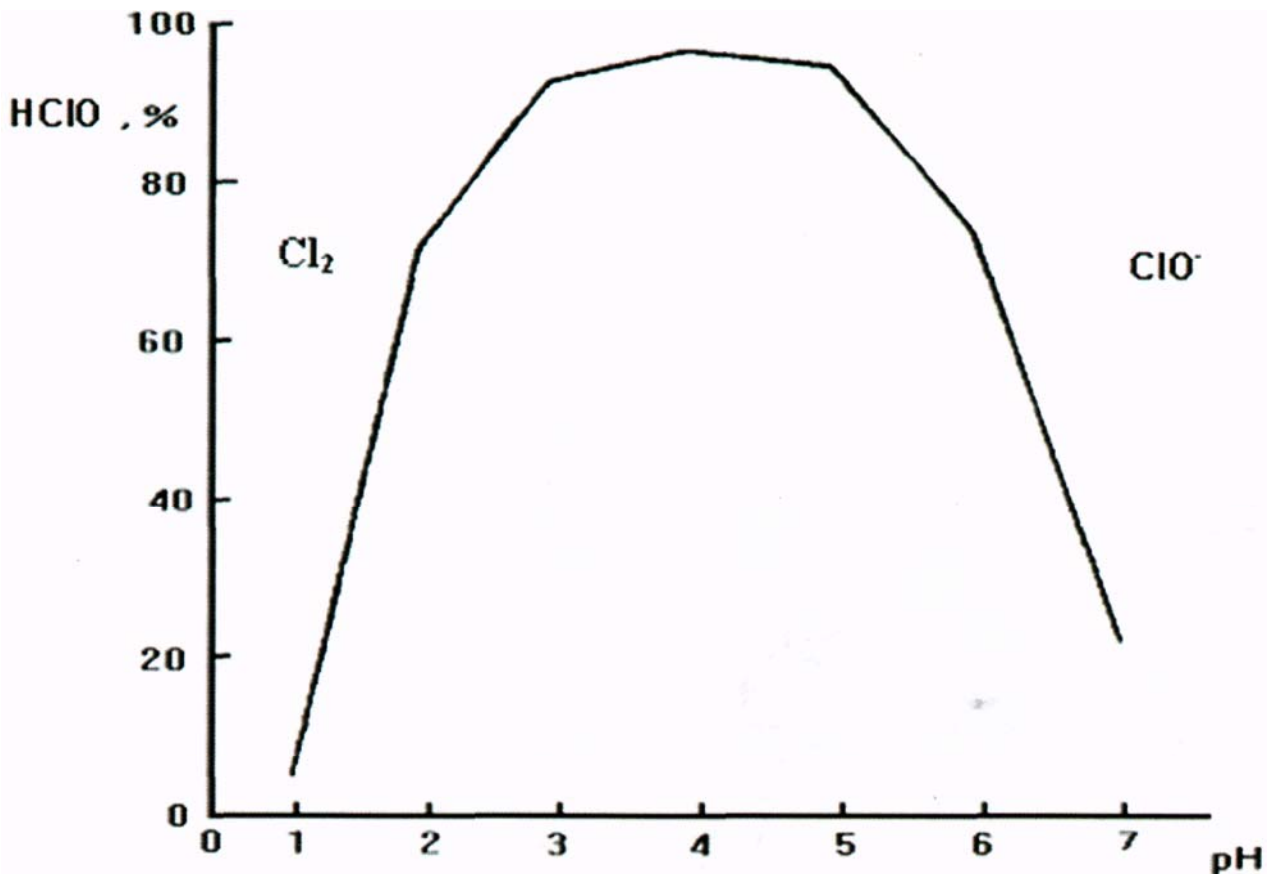


Рисунок 3
Равновесная диаграмма хлор - хлорноватистая кислота при растворении газообразного хлора в воде

Из этой диаграммы следует, в кислой среде соответствующей малым значениям pH хлор практически не взаимодействует с водой. При увеличении pH до 4 идет образование хлорноватистой кислоты, а при достижении pH значений 4 весь хлор переходит в форму HClO . А далее при увеличении pH происходит диссоциация (ионизация) HClO . В воде появляются ионы ClO^- , обладающие высокой химической активностью к биологическим средам. 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 - HClO отсутствует (появляется Cl_2 , 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^- . Все вышесказанное доказывает, что, 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 оборудование применяемое при его использовании для обеспечения процесса обеззараживания на станциях водоподготовки до последнего времени не относилось к категории промышленно опасного и под надзорного Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, что «облегчало жизнь» эксплуатирующим организациям. Но, как нам ка-

жется, 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 международной конференции «Техновод - 2008» проведен анализ происшествий на объектах водоподготовки при использовании хлора и гипохлорита.

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.

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 pH-корректором (соляной кислотой) привело к выбросу влажного хлора. К сожалению, полная статистика по РФ отсутствует, имеются только отдельные данные, но в связи с ростом использования гипохлорита картина аварийности мало чем будет отличаться от стран, имеющих большой опыт использования этого реагента. Поэтому своевременным

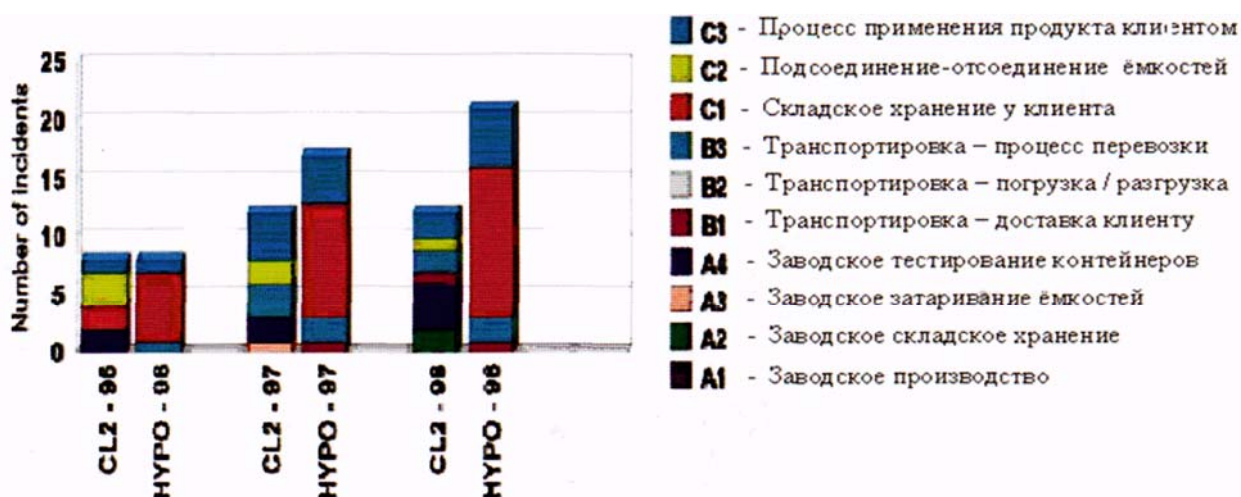


Рисунок 4. Хлор и гипохлорит: сравнение по числу происшествий

является решение, вынесенное в результате совещания Ростехнадзора по теме: «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, переход на гипохлорита натрия по принципу безопасности ошибочен.

Кроме того, замена газообразного хлора гипохлоритом натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования трегалометанов (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, замена хлора на гипохлорит ухудшает качество воды по бактериологическим показателям и химическому составу. Поскольку объекты с использованием гипохлорита сегодня считаются опасными производствами, то необходимо учитывать необходимость выполнения на них мероприятий по безопасности в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», а это осложняется 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 как в проектных так и в эксплуатирующих организациях.

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, применяемого в хлораторных, с «Разрешением на применение на опасных объектах». Налаживается система обучения и повышение квалификации специалистов. Задача сводится лишь к правильной эксплуатации этого оборудования, своевременному проведению регламент-

ных 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 дозирующий вентиль (ЭМДВ) (12), работающий на основе сигналов, поступающих с аквапроцессора (13). Аквапро-цессор обрабатывает данные анализатора содержания хлора в воде (14) и расходомера воды (16) и определяет сигналы, поступающие на ЭМДВ для поддержания заданного значения (уставки) остаточного хлора в воде. В случае утечки хлора в воздух автоматически включается система нейтрализации газообразного хлора (17) [7].

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 рН воды, в то время как эффективность хлора снижается с отклонением значения рН от рН=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

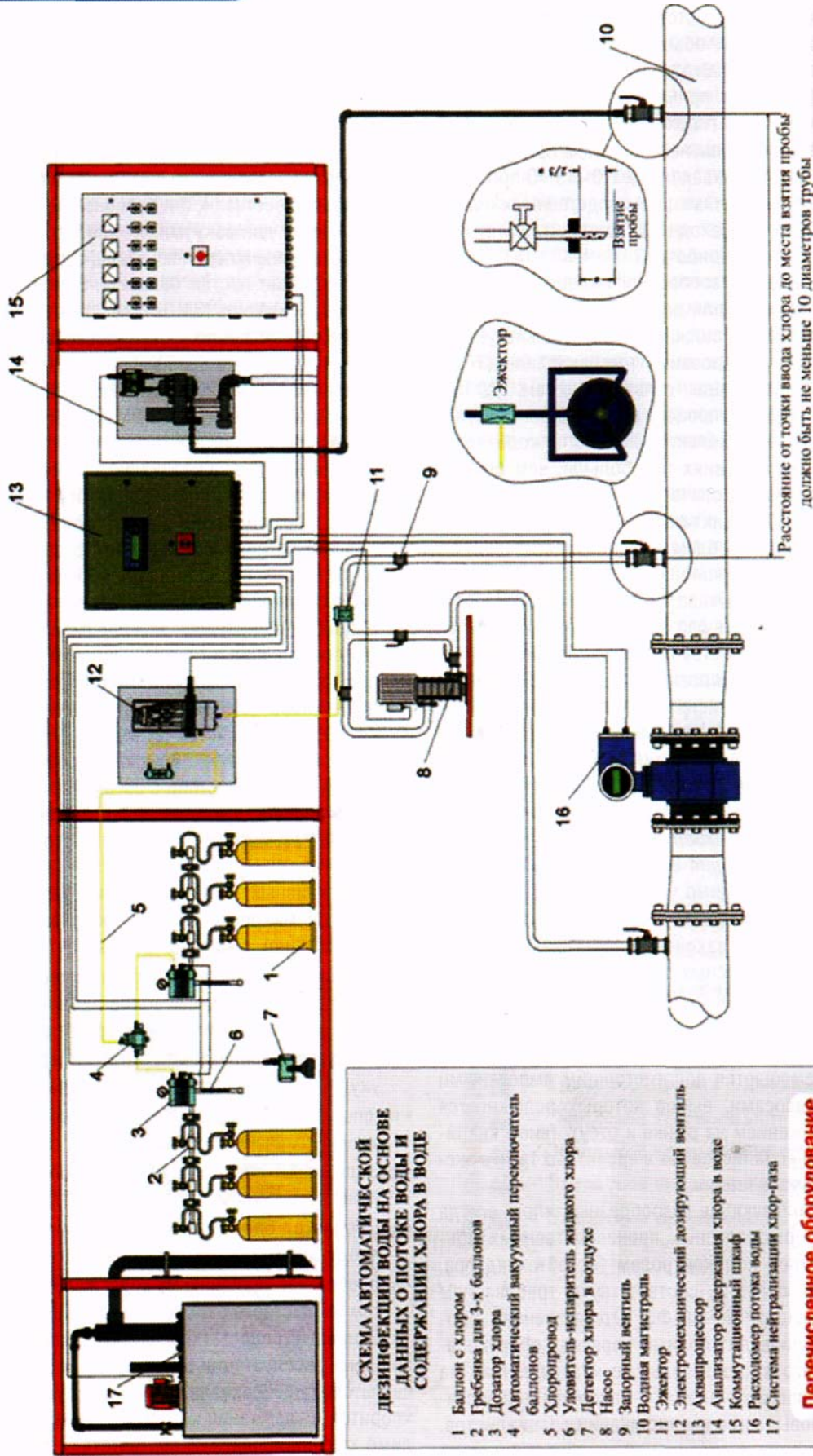


Рис.5. Схема автоматической дезинфекции воды на основе данных о потоке воды и содержания хлора в воде.

**СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ
ДЕЗИНФЕКЦИИ ВОДЫ НА ОСНОВЕ
ДАнных О ПОТОКЕ ВОДЫ И
СОДЕРЖАНИИ ХЛОРА В ВОДЕ**

- 1 Баллон с хлором
- 2 Гребенка для 3-х баллонов
- 3 Дозатор хлора
- 4 Автоматический вакуумный переключатель баллонов
- 5 Хлоропровод
- 6 Уловитель-испаритель жидкого хлора
- 7 Детектор хлора в воздухе
- 8 Насос
- 9 Запорный вентиль
- 10 Водная магистраль
- 11 Эжектор
- 12 Электромеханический дозирующий вентиль
- 13 Аквариум
- 14 Анализатор содержания хлора в воде
- 15 Коммутационный шкаф
- 16 Расходомер потока воды
- 17 Система нейтрализации хлор-газа

**Перечисленное оборудование
изготавливает,ставляет,
монтирует и обслуживает
ФСП "КРАВТ"**

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.

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 «всемогущие нанотех-нологии» спасло больше всего жизней, остановило распространение инфекционных заболеваний.

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

ЛИТЕРАТУРА

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.