

70-летию института
МосводоканалНИИпроект
посвящается

Сборник докладов
научно-практической конференции
**«Проектирование систем жизнеобеспечения
современного города»**

Москва,
9–10 сентября 2009 г.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ВОДОПОДГОТОВКИ

А.Б. Кожевников, ФСП «КРАВТ» (г. Калуга)
О.П. Петросян, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана (г. Калуга)
А.А. Баранов, ФСП «КРАВТ» (г. Калуга)

Хлорирование на сегодня остается единственным способом, обеспечивающим микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети благодаря эффекту последействия. Этот эффект заключается в том, что молекулы хлора 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. Все остальные методы обеззараживания воды, в том числе и промышленно применяемые в настоящее время озонирование и УФ-облучение, не обеспечивают обеззаражающего последействия, поэтому на одной из стадий водоподготовки требуется обязательное хлорирование.

Таким образом хлор, гипохлорит и другие хлорреагенты незаменимы в настоящее время в тех случаях, когда эффект последействия должен обязательно присутствовать. И это в первую очередь относится к тем объектам водоподготовки, которые работают на водопроводную распределительную сеть, даже если есть возможность дополнительного обеззараживания воды в конечных точках этой сети тем или иным способом. Дело в том, что распределительная сеть должна постоянно поддерживаться в обеззараженном состоянии во избежание ее необратимого обраствания и заражения.

Наблюдающееся в последнее время недобросовестное отношение к проблеме обеспечения населения безопасной питьевой водой привело к стойкой тенденции повышения кишечной инфекционной заболеваемости бактериальной и вирусной этиологии, как сезонной, так и вспышечной, обусловленной водным фактором. С 2002 г. стала резко расти заболеваемость вирусными гепатитами. Прирост гепатита А в 2002 г. 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 ряде городов Подмосковья. В 2006–2007 гг. отмечены локальные вспышки кишечных заболеваний и гепатита А в Дагестане, Карелии, Ставропольском крае, Новгородской, Волгоградской, Сахалинской и в других областях. В 2007 г. в некоторых регионах наблюдались вспышки болезни, вызванной бактериями *Legionella*, проникающими в системы распределения питьевой воды при повышенной температуре [1]. Переломить эту тенденцию возможно только при обоснованном подходе к выбору хлорсодержащих реагентов, используемых в процессе обеззараживания. В последнее время на объектах ВКХ переходят на использование гипохлорита натрия, основываясь на исследованиях некоторых авторов, однако и наука и международный опыт не подтверждают их некорректные выводы. Предполагается, что переход на гипохлорит натрия позволит ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство, обеспечивая при этом экологическую и технологическую безопасность при водоподготовке. Ошибочно полагая, что эффективность обеззараживания водопроводной воды при этом сохраняется на прежнем уровне, производятся затраты, ухудшающие качество питьевой воды. Так, например, переход на использование нового реагента в небольшом поселке Новые Ляды в ноябре 2008 г. стоил бюджету 2,5 млн руб. [2].

Общеизвестно, что качество обеззараживания воды хлорсодержащими реагентами зависит от значения водородного показателя pH, так как именно значение pH воды определяет формы соединений хлора в воде и их активность (рис. 1). При низких значениях pH (от 0 до 3) преобладает молекулярный хлор Cl_2 и в верхней половине этого диапазона начинает образовываться хлорноватистая кислота HClO , возрастающая количественно так, что уже в диапазоне значений pH от 3 до 6 в воде присутствует только хлорноватистая кислота. А далее ($\text{pH} > 6$) хлорноватистая кислота распадается на ионы H^+ и ClO^- . Так, например, при $\text{pH} = 6$ доля HClO составляет 97%, а доля гипохлоритных ионов – 3%. При $\text{pH} = 7$ доля HClO составляет 78%, а гипохлорита – 22%; при $\text{pH} = 8$ доля HClO – 24%, гипохлорита – 76%. А при $\text{pH} > 9$ HClO переходит полностью в гипохлорит-ион ClO^- .

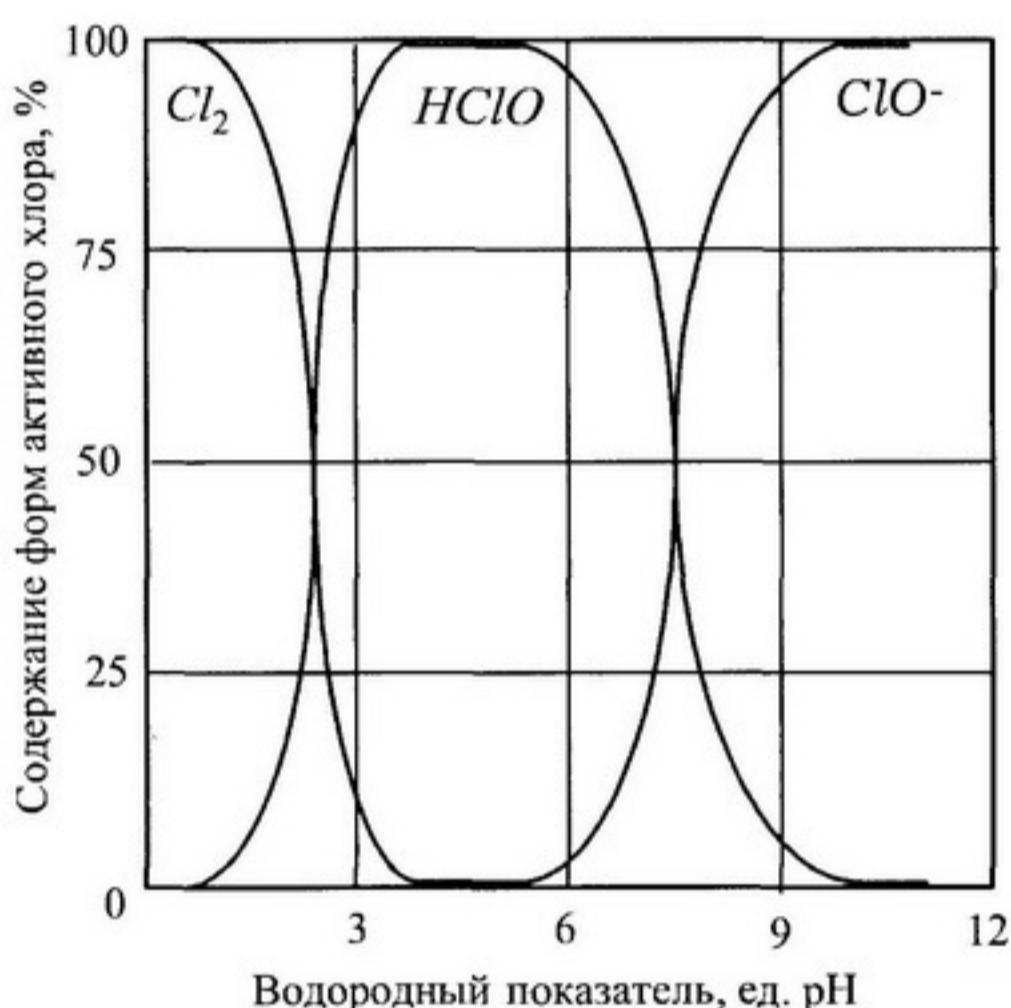


Рис. 1. Соотношение содержания форм соединений хлора в воде в зависимости от значения pH.

Таким образом из диаграммы на рис. 1 следует, что в зависимости от значения pH воды существуют зоны стабильности хлорреагентов в воде: зона Cl_2 , зона HClO , зона ClO^- , в которых не проявляется их активность, и зоны нестабильности: зона $\text{Cl}_2 - \text{HClO}$ ($\text{pH} = 1,5 - 3,5$), зона $\text{HClO} - \text{ClO}^-$ ($\text{pH} = 6 - 9$). Так как pH воды поверхностных источников составляет 6,5–8,5, то вторая зона нестабильности должна быть предметом нашего внимания, так как именно в этой зоне проявляется высокая бактерицидная активность, причем наивысшая бактерицидная активность кислородных соединений хлора проявляется в диапазоне pH от 7,0 до 7,5, где концентрации гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты сопоставимы.

Объясняется данный факт тем, что указанные соединения, являясь сопряженными кислотой и основанием ($\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}^-$; $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{OH}^-$), образуют в указанном диапазоне значений pH метастабильную систему, способную генерировать ряд соединений и частиц, обладающих гораздо большим antimикробным действием, нежели хлорноватистая кислота: ${}^1\text{O}_2$ – синглетный молекулярный кислород; ClO^\cdot – гипохлорит-радикал; Cl^\cdot – хлор-радикал (атомарный хлор); O^\cdot – атомарный кислород; OH^\cdot – радикал гидроксида. Катализаторами реакций с участием хлоркислородных соединений являются ионы H^+ и OH^- , существующие в воде также приблизительно в равном количестве при значениях pH, близких к нейтральному [3], равному 7–7,5 (попутно для будущих исследований и утверждений отметим, что среднее значение pH крови составляет 7,36, а весь диапазон возможных значений pH крови настолько узок, что гарантированно входит в центральную часть этой метастабильной зоны).

А теперь вернемся к вопросу: хлор или гипохлорит?

Гипохлорит имеет щелочной характер и его применение приводит к повышению уровня pH обрабатываемой воды, т.е. из метастабильной зоны при применении гипохлорита согласно рис. 1 система сдвигается в сторону стабильной зоны ClO^- . И если исходная вода имеет значение pH, близкое к началу диапазона зоны нестабильности ($\text{pH} \approx 6$), то применение гипохлорита может повысить эффект обеззараживания, а если pH воды близко к верхнему пределу этой зоны ($\text{pH} \approx 8,5$), то

ввод гипохлорита существенно снижает обеззараживающий эффект, так как гипохлорит-ион не активен в этом отношении в зоне собственной стабильности.

А что же с хлором? При обеззараживании воды хлор, растворяясь в воде, образует хлорноватистую кислоту $HClO$, которая относится к кислотам средней силы ($pH = 7,2$). При дальнейшем ее растворении образующиеся ионы ClO^- и H^+ не проявляют сильно кислотно-щелочных свойств и не оказывают значительного влияния на pH обрабатываемой воды, а значит качество обеззараживания воды при его применении гарантировано. Это **первое преимущество хлора перед гипохлоритом.**

Анализ работ [4, 5] позволяет сделать выводы, что гипохлорит натрия обладает несравненно меньшей бактерицидной активностью, нежели хлорноватистая кислота, концентрация которой максимальна при растворении хлора в воде. Из приведенных на диаграмме (рис. 2) данных видно [5], что для достижения одинакового эффекта обеззараживания питьевой воды хлорноватистой кислотой, гипохлоритом натрия и хлорамином при одной и той же концентрации активного хлора, например, 0,1 мг/л, упомянутым реагентам требуется время менее 2 мин, более 100 мин и около 500 мин соответственно. Это – **второе.**

Санитарно-микробиологические исследования, проведенные в 2002 г. Институтом медико-экологических проблем и оценки риска здоровью (г. Санкт-Петербург), 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. Это – **третье.**

Дискуссии о дезинфицирующей способности гипохлорита уже давно завершены врачами-эпидемиологами [6] и их выводы изложены в практическом руководстве, где указано, что гипохлорит натрия, полученный химическим и электрохимическим путем (неважно, каким) неэффективен против споровых форм микроорганизмов. Это – **четвертое.**

Кроме того, хорошо и давно известно, что гипохлорит натрия не в состоянии обеспечить удаление с поверхности трубопроводов биопленок, благоприятных для развития микроорганизмов и вторичного загрязнения воды. Это – **пятое.**

Существенно и то, что замена газообразного хлора гипохлоритом натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригалометанов (ТГМ), что ухудша-

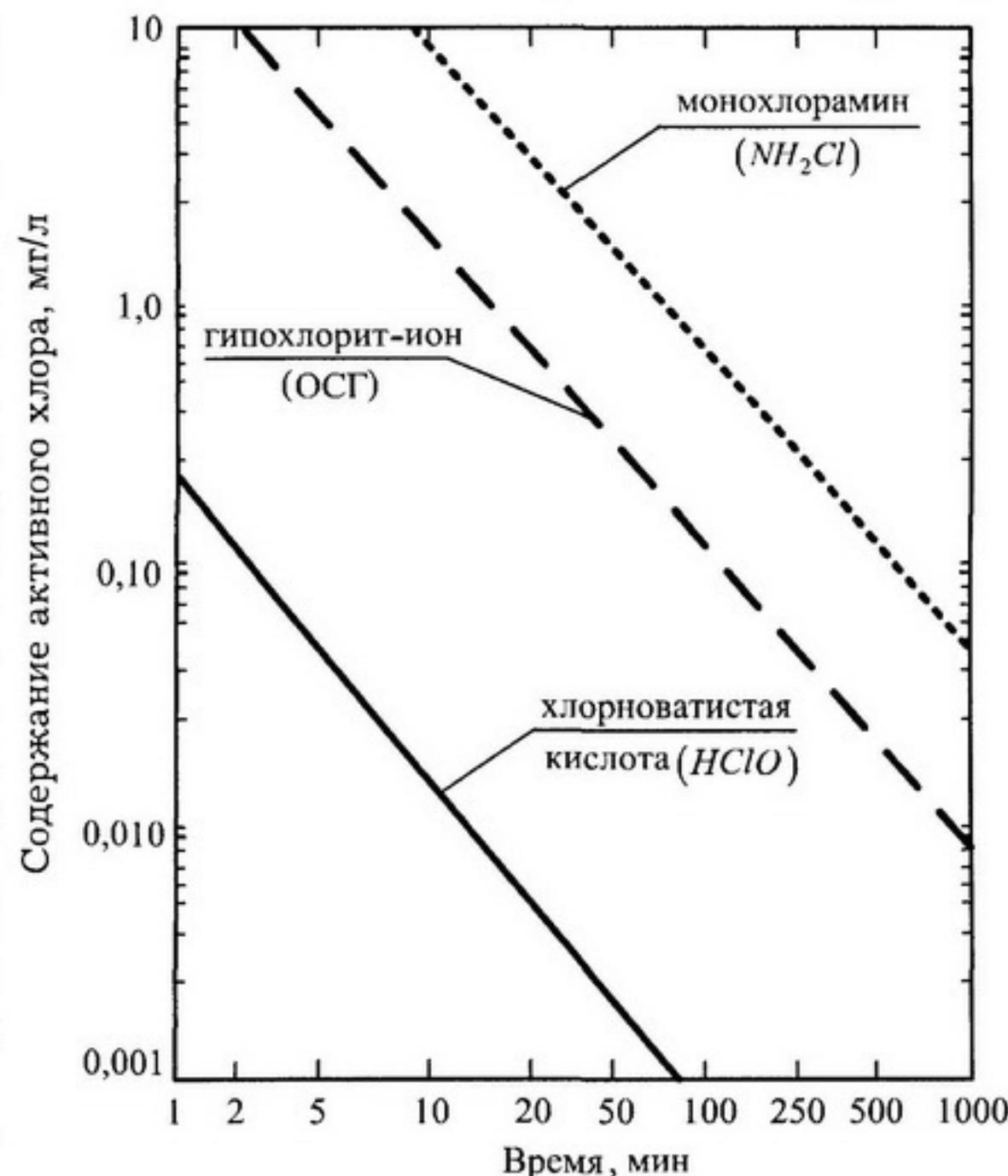


Рис. 2. Сравнительная антибиотическая активность растворов хлорноватистой кислоты, образующейся при применении газообразного хлора, гипохлорита натрия и хлорамина на примере уничтожения 99 % *E. Coli* в воде при температуре + 2–6 °C.

ет качество воды, связанное с тем, что при применении гипохлорита увеличивается pH и процесс образования ТГМ растягивается во времени до нескольких часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем больше pH. Это обусловлено тем, что малоактивные гипохлорит-ионы не в состоянии быстро окислить наиболее реакционно способные части молекул гумусовых веществ и потому реагируют с ними с образованием тригалометанов [7]. **Это – шестое.**

Сравнение эксплуатационных затрат систем обеззараживания хлором и гипохлоритом, а также затрат на их внедрение, явно не в пользу гипохлорита (и это – **седьмое**), что подтверждается примером расчета экономической целесообразности замены хлора на гипохлорит натрия в технологии обеззараживания воды, составленного экономистами водоканала среднего города России применительно к хлораторной на станции третьего подъема, что отражено в табл. 1. Цифры красноречиво свидетельствуют, что внедрение и функционирование системы обеззараживания на основе гипохлорита в пять раз дороже аналогичной системы на хлоре.

Таблица 1

Затраты на внедрение и эксплуатацию системы обеззараживания гипохлоритом натрия (ГХН) и хлором, тыс. руб.

Статья расходов	ГХН	Хлор	Превышение по ГХН
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)	–	3 000	- 3 000
ИТОГО	34 805	6 800	28 005

Примечания: 1. В состав оборудования включены: два хлоратора AXB-1000/E, две системы автоматического регулирования расхода хлора (CAP-PX) 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 г., когда предполагалось, что производства, применяющие гипохлорит, не поднадзорны Ростехнадзору. Поскольку эти объекты сегодня считаются опасными производствами, то 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 Ростехнадзора на применение. Отсутствие качественного отечественного оборудования замещается дорогостоящими импортными дозирующими насосами, выбор которых осложняется широким предложением на рынке и отсутствием квалифицированных специалистов.

Время хранения гипохлорита ограничено из-за его разложения, что также удорожает логистику его использования. На рис. 3 представлена зависимость скорости распада раствора гипохлорита различной концентрации в зависимости от температуры хранения.

Таким образом, при замене хлора на гипохлорит, с одной стороны, ухудшается качество воды по химическому составу и ухудшаются бактериологические показатели воды, а с другой – себестоимость водоподготовки увеличивается.

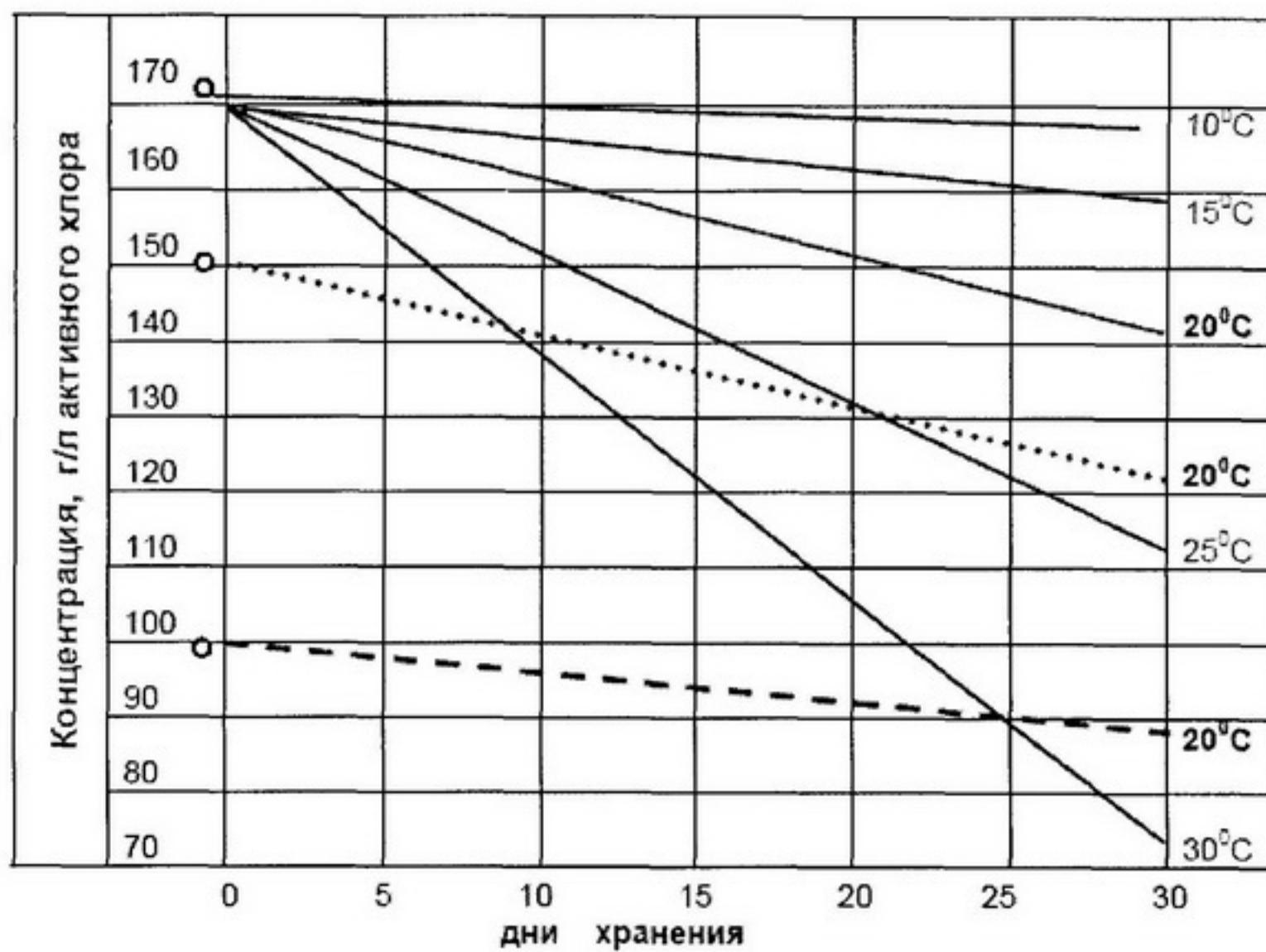


Рис. 3. Потеря активности гипохлорита натрия в зависимости от начальной концентрации, времени и температуры хранения.

Рассмотрим технические аспекты проблем, возникающих при использовании гипохлорита натрия на объектах водоподготовки, основываясь на данных, накопленных как наукой, так и опытом использования его в зарубежных странах [4]. Очень часто для обоснования перехода на гипохлорит натрия декларируется безопасная технология и отсутствие последствий, связанных с применением хлора. Однако это мнение ошибочно как в смысле технической, так и эпидемиологической безопасности, что видно из рис. 4.

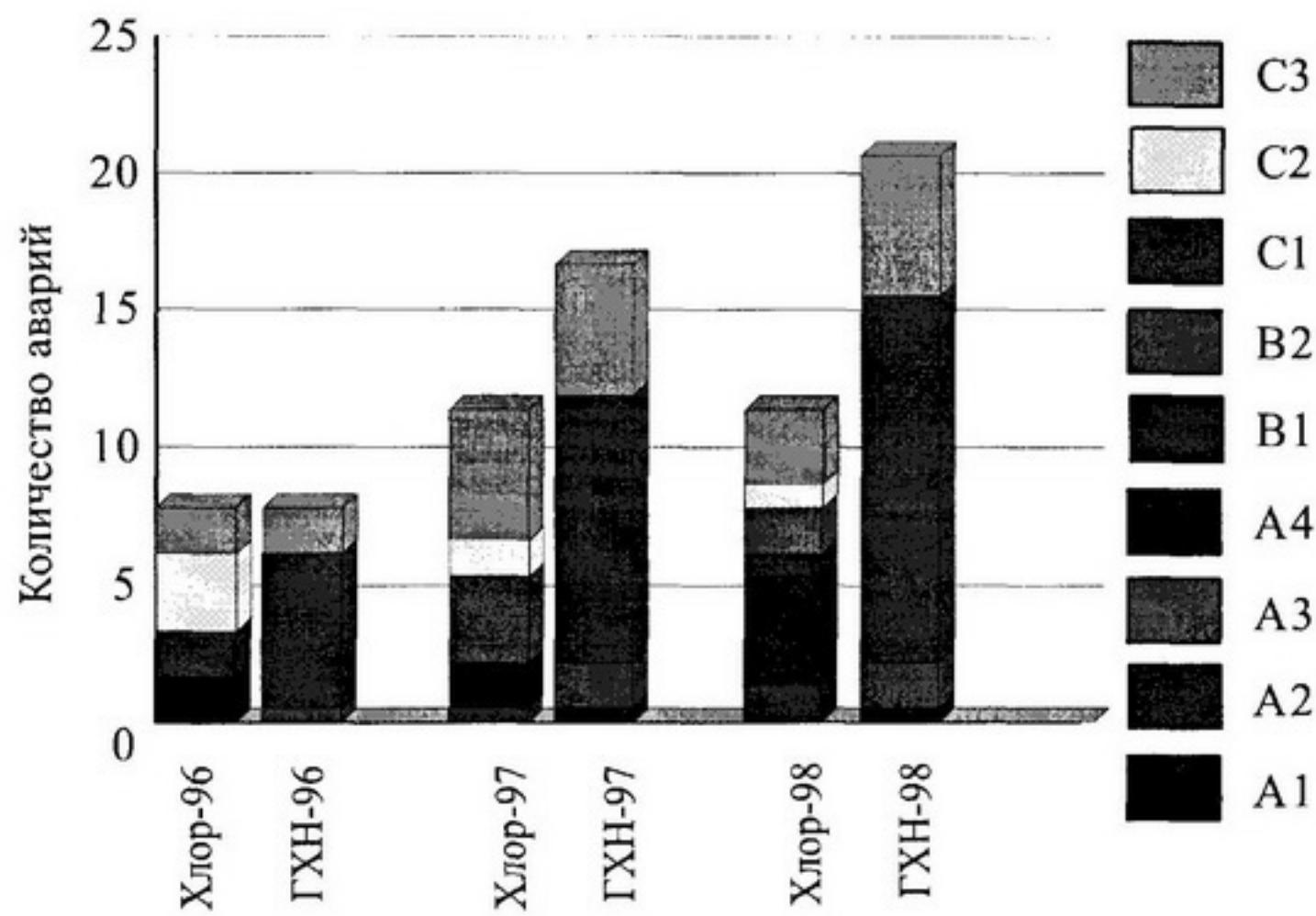


Рис. 4. Число происшествий (аварий) при использовании хлор-газа (Хлор) и гипохлорита (ГХН) в 1996, 1997, 1998 гг. на различных этапах технологического процесса (A1 – заводское производство; A2 – заводское складское хранение; A3 – заводское затаривание ёмкостей; A4 – заводское тестирование контейнеров; B1 – транспортировка – доставка клиенту; B2 – транспортировка – процесс перевозки; C1 – складское хранение у клиента; C2 – подсоединение-отсоединение ёмкостей; C3 – процесс применения продукта клиентом).

Из представленных на нем диаграмм видно, что из года в год растет число происшествий при применении, хранении и перевозке гипохлорита и, если общее число аварий в 1996 г. при применении хлора и гипохлорита мало отличались, то к 1998 г. число происшествий с гипохлоритом возросло вдвое. Опыт использования гипохлорита в зарубежных странах показал, что аварийность на объектах, где он используется, растет опережающими темпами на всех этапах технологического процесса: от процесса производства до его использования. **Это – восьмое.**

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. В табл. 2 представлены наиболее крупные технические аварии и их причины, произошедшие на объектах водоподготовки при использовании гипохлорита натрия.

Таблица 2

Аварии и происшествия, связанные с применением гипохлорита натрия

Дата	Место	Число пострадавших	Описание
16.02.09	Эйлат, Израиль, бассейн гостиницы «Клаб-Отель»	70	Причиной ЧП стал человеческий фактор: незадолго до аварии в машинном отделении происходила разгрузка гипохлорита, который используется на многих курортах для поддержания качества воды в бассейнах. Из-за ошибки, допущенной работниками отеля, вещество вступило в химическую реакцию с соляной кислотой, в результате чего произошел выброс газа
26.04.08	Санкт-Петербург, Россия аквапарк «Вотервиль»	224	Причина не установлена
26.02.08	Винница, Украина, «Маяк»	20	Образование паров хлора в помещении бассейна. Неисправная вентиляция
05.10.07	Франкфурт-на-Майне, Германия	50	По ошибке автоцистерну с соляной кислотой разгрузили в емкость с гипохлоритом натрия. Образовалось облако газообразного хлора
13.12.06	Новокузнецк, Россия, бассейн «Витязь»	150	При плановой подготовке раствора для хлорирования воды произошла реакция, сопровождающаяся выделением большого количества газа. Внештатная ситуация возникла из-за присутствия в баке, где происходило хлорирование, или в канистрах с гипохлоритом посторонних веществ, которые и вызвали реакцию
27.07.90	Графство Манчестер, 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 Сомерсет, 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 Нортанкс, 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. Уэстмэлле, 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, США	11	Гипохлорит натрия прореагировал с серной кислотой в трубе системы слива. Образовалось облако газообразного хлора
20.11.84	г. Слэйтусйт, Графство Уэст, Йоркшир, 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, Великобритания	43	Произошло непреднамеренное смешение гипохлорита натрия и соляной кислоты в плавательном бассейне
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

Эта статистика происшествий с гипохлоритом вполне объяснима. С одной стороны, дело в том, что потенциальной опасностью гипохлорита является его полная несовместимость с кислотами, так как при $\text{pH} < 5$ равновесие реакции гидролиза NaClO смещается в сторону выделения молекулярного Cl_2 . Поэтому 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. С другой стороны – это постоянные газовыделения в ходе естественного разложения гипохлорита (рис. 3). Поэтому в случаях, когда гипохлорит оказывался между двумя закрытыми запорными устройствами, наблюдались взрывы шаровых клапанов, фильтров и других устройств. Причем в составе выделяемого газа содержится и хлор, поэтому помещения насосных, туннелей, фильтровальных установок и других аналогичных пространств потребовалось оснастить системами очистки воздуха, причем такими, которые обеспечивают нейтрализацию выделяющегося хлора (в соответствии с «Правилами безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора» ПБ 09-594-03, п. 5.11 «Помещения, где возможно выделение хлора, должны быть оснащены автоматическими системами обнаружения и контроля содержания хлора. При превышении предельно допустимой концентрации хлора (ПДК) равной 1 мг/м³ должна включаться световая и звуковая сигнализация и аварийная вентиляция, блокированная с системой аварийного поглощения. При использовании системы абсорбционного метода улавливания аварийных выбросов

по сигналу датчика наличия хлора должны включаться насосы для подачи нейтрализующего раствора на орошение санитарной колонны и затем аварийная вентиляция с запаздыванием на время, необходимое для подачи орошающего раствора в санитарную колонну. При использовании двухпорогового газоанализатора хлора при превышении концентрации хлора 1 ПДК должны включаться световая и звуковая сигнализации, а при превышении 20 ПДК – аварийная вентиляция, блокированная с системой аварийного поглощения») [8].

Возникают проблемы и с подбором оборудования, и с его эксплуатацией в среде растворов гипохлорита, обладающих очень высокой коррозионной активностью. При использовании вместо газообразного хлора гипохлорита натрия в процессе ввода этого реагента в систему трубопроводов для его разбавления там образуется осадок, состоящий из гидроксида магния и диоксида кремния, забивающий водные каналы, поэтому требуются дополнительные мероприятия по предотвращению кальцинации арматуры, особенно точек ввода – инжекторов и диффузоров.

Подобных примеров можно привести множество. И из всего сказанного выше следует, что применение раствора гипохлорита вне зависимости от способа его получения (промышленный или на локальных установках) в сравнении с хлором не только не снижает опасность происшествий и аварий на производственных объектах водоподготовки, но и способствует интенсивному разрушающему воздействию на технологическое оборудование, досрочно выходя его из строя [9]. **Это – девятое.**

Своевременным является решение, вынесенное на совещании Ростехнадзора по теме: «Состояние и перспективы развития хлориспользующих объектов систем водоподготовки ЖКХ» в апреле 2008 г., в котором отмечается, что объекты, на которых применяются привозные или произведенные на месте гипохлорит натрия, двуокись хлора и озон, являются опасными, и к ним применяются требования Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», что получило отражение в новой редакции закона от 30.12.2008 № 313-ФЗ.

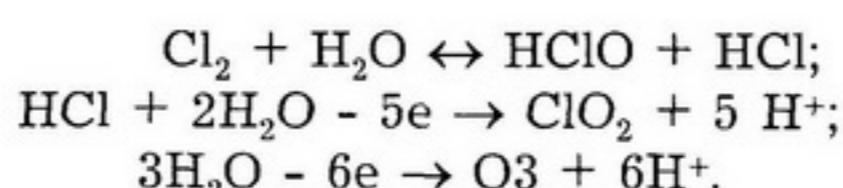
Таким образом, переход на гипохлорит натрия по принципу безопасности ошибочен. Это относится как к концентрированному гипохлориту натрия марки А с содержанием активной части 190 г/л, полученному промышленным способом, так и к низкоконцентрированному гипохлориту марки Э с содержанием активной части около 6 г/л, производимому на месте его использования. Согласно классификации ООН, гипохлорит натрия классифицирован как коррозионный – класс 8, № ООН – 1791, группа опасности для хранения – PG II или PG III в зависимости от концентрации и по существующим «Инструкциям опасных товаров», хранение гипохлорита натрия в количестве более 250 л требует оформления лицензии (лицензирование для разъедающих веществ и ядов).

Требования безопасности при производстве хлора методом электролиза изложены в главе III ПБ 09-594-03. Технология получения хлора должна исключать возможность образования взрывоопасных хлороводородных смесей в технологическом оборудовании и коммуникациях при регламентных режимах работы. Однако, рассматривая схему работы электролизера, производящего низкоконцентрированный раствор гипохлорита натрия из раствора поваренной соли в проточном электрохимическом реакторе, следует отметить, что в емкости с готовым раствором гипохлорита образуется не чистый водород, а взрывоопасная смесь, состоящая из водорода, кислорода и хлора. Только вентиляция взрывоопасных электролизных газов приводит к бесконтрольному рассеянию в атмосфере хлора, что недопустимо и поэтому применение на объекте электролизеров должно предусматривать устройство нейтрализации выбросов хлора. **Это – десятое.**

В установках «Аквахлор» реализован принципиально новый технологический процесс – ион-селективный электролиз с диафрагмой, позволяющий при штатном режиме работы исключить образование взрывоопасной смеси газов. Основная реакция, протекающая в установке:



Продуктами реакции являются:



Во время реакции на аноде выделяются: Cl_2 – 95%; ClO_2 – 3–7%; O_3 – 0,5–3%, а на катоде: NaOH – 12–15%; H_2 – 1,4%.

Исходя из этих данных, можно предположить, что в ряде случаев (увеличение давления в системе, непрофессиональный отвод водорода из зоны реакции) могут возникнуть достаточные для взрыва концентрация веществ и температура.

Таким образом, объекты, на которых применяется, хранится, перерабатывается и т.д. гипохлорит натрия, относятся к категории химически опасных объектов, которые в установленном порядке подлежат регистрации в госреестре опасных производственных объектов.

Поскольку объекты, использующие газообразный хлор, всегда входили в категорию опасных производственных объектов и находились под контролем Госгортехнадзора и Ростехнадзора, поэтому они, как правило, соответствуют требованиям Федерального закона № 116-ФЗ. Отечественная промышленность производит полный перечень оборудования, применяемого на объектах водоподготовки при обеззараживании хлором, с разрешением на применение на опасных производственных объектах. 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. представлены диаграмма причин аварийности при работе с хлором, из которой следует, что 80% аварий происходит из-за ошибок персонала [10].



Рис. 5. Причины аварийности при работе с хлором.

Учитывая такую статистику, с целью исключения человеческого фактора необходимо внедрять в технологический процесс предусмотренные в главе V ПБ 09-594-03 средства автоматического контроля, управления, сигнализации с автоматической локализацией аварий.

На рис. 6 представлена диаграмма обеспеченности предприятий ЖКХ системами дистанционного и автоматического управления, средствами индивидуальной и коллективной защиты. Сложившаяся сложная ситуация по обеспечению предприятий системами дистанционного управления, современными дозаторами и сис-

темами аварийного улавливания и нейтрализации хлора в настоящее время может быть легко реализована. Ряд предприятий России производит оборудование, получившее разрешение Ростехнадзора на работу на опасных производственных объектах и позволяющее создать автоматические системы управления, контроля дезинфекции воды как хлор-газом, так и гипохлоритом натрия, и обеспечивающее полную безопасность функционирования.



Рис. 6. Обеспеченность предприятий ЖКХ системами дистанционного и автоматического управления, средствами индивидуальной и коллективной защиты.

В качестве примера на рис. 7 представлена схема автоматической дезинфекции воды хлором на основе данных о потоке воды и содержании хлора в воде [11]. В схеме используется оборудование производства ФСП «КРАВТ», имеющее разрешение на применение Ростехнадзора.

На рис. 8 представлена типовая схема автоматической дезинфекции воды гипохлоритом натрия на основе данных о потоке воды и содержании хлора в воде [12]. В схеме используется дозирующие насосы ELADOS и оборудование производства ФСП «КРАВТ», имеющее разрешение на применение Ростехнадзора.

В расходную емкость 6 самотеком по трубопроводу подается либо концентрированный гипохлорит натрия (190 г/л) из емкости 9, который разводится водой до концентрации 90 г/л, либо электрохимический гипохлорит из электролизера и затем дозирующими насосами 5, управляемыми аквапроцессором 13, раствор подается в хлорирующую воду. Управляющие сигналы формируются по заданной программе микропроцессором на основе данных, поступающих в аквапроцессор 13 от расходомера потока воды 2, анализатора содержания хлора в воде 12, детектора хлора в воздухе 11 и дозирующих насосов 5.

Если подводить итог изложенным здесь фактам, то получим следующее.

- Проектируя новые объекты водоподготовки, следует взвешенно и обоснованно отнестись к выбору дезинфектанта.

- Как хлор, так и гипохлорит, а также и иные хлорсодержащие реагенты процесса обеззараживания воды, незаменимы в тех случаях, когда очищенная и обеззараженная вода подается потребителю через водопроводную сеть.

- На протяженных водопроводных сетях предпочтение следует отдать хлору.

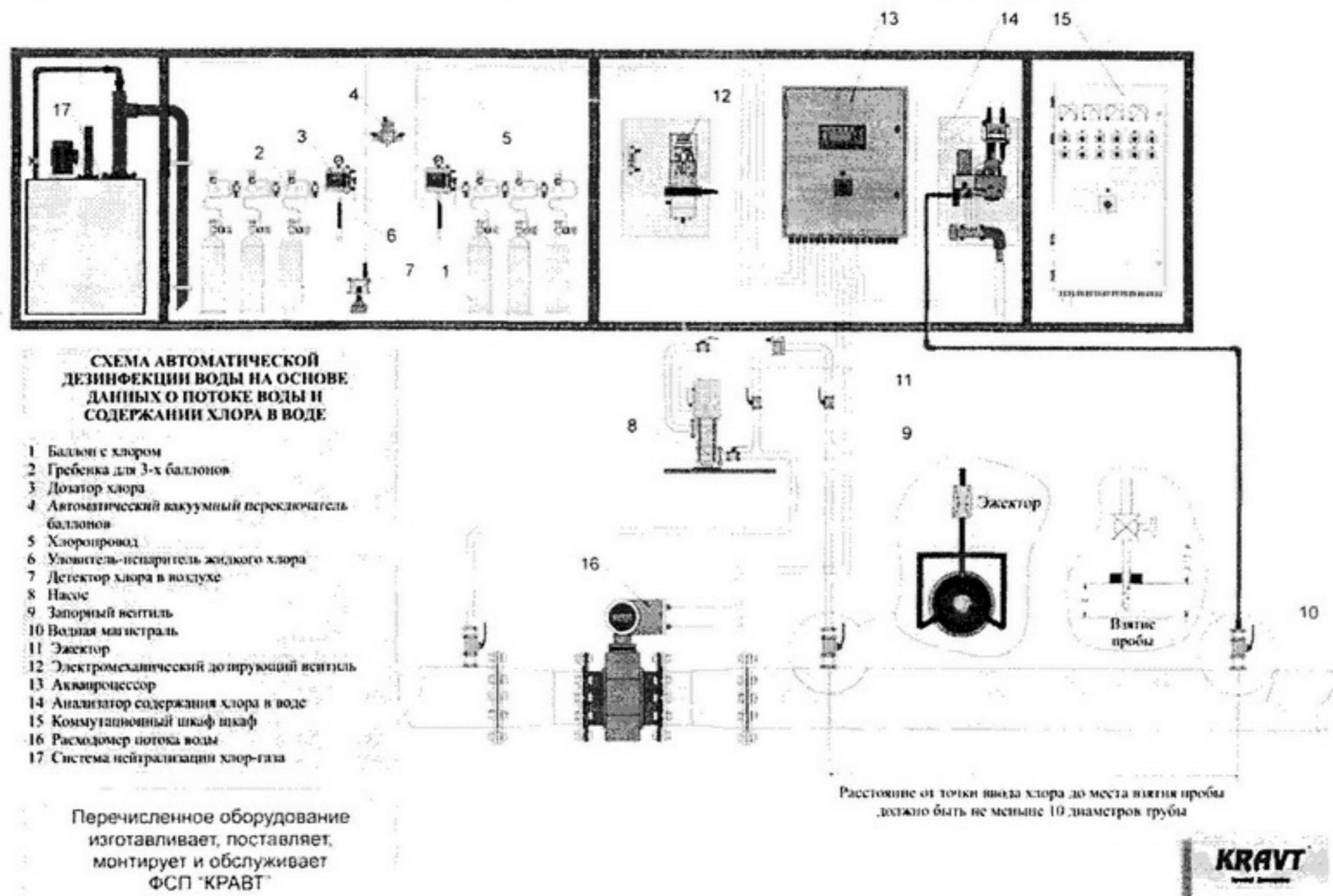


Рис. 7. Схема автоматической дезинфекции воды хлором на основе данных о потоке воды и содержании хлора в воде с использованием оборудования производства ФСП «КРАВТ».

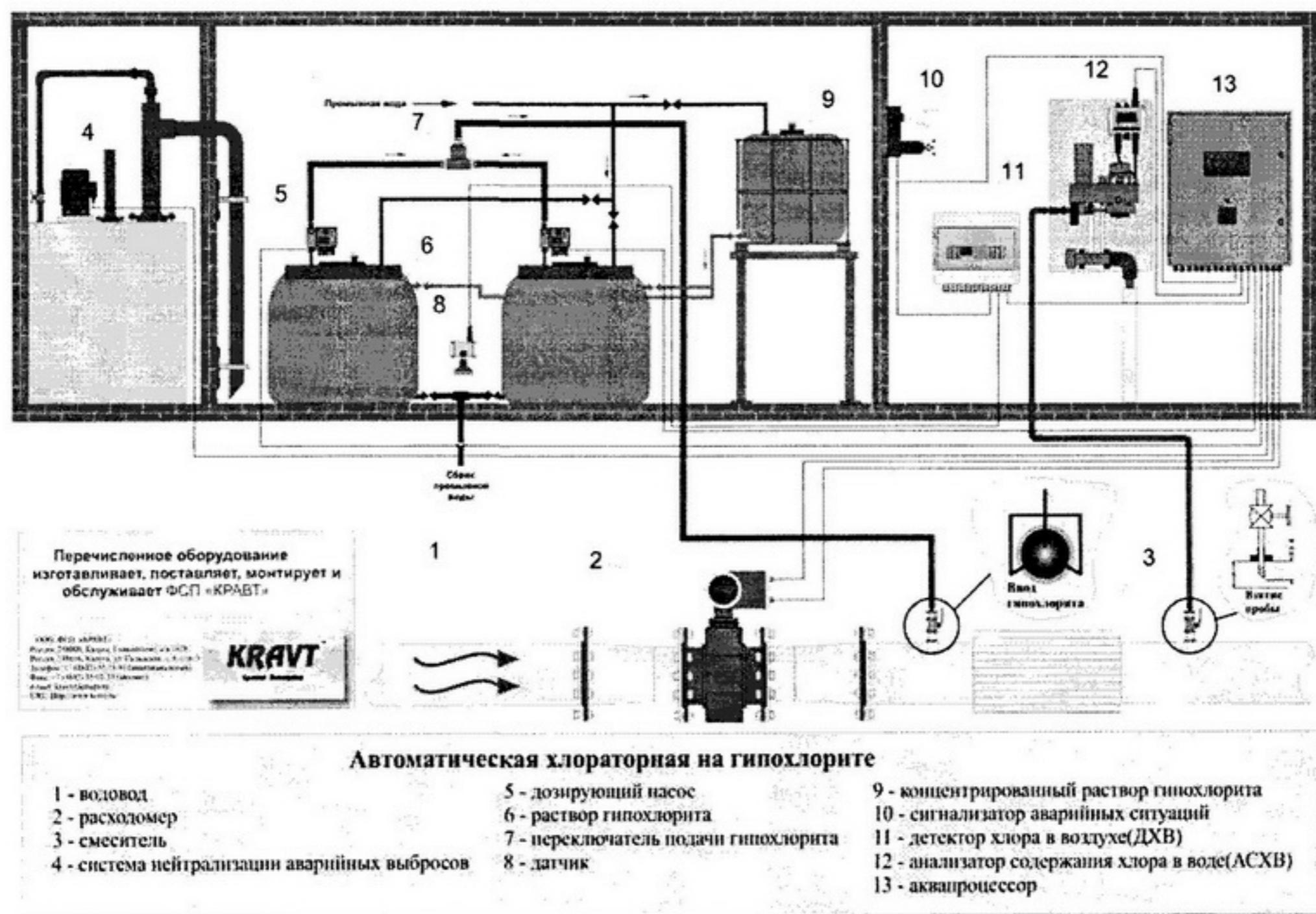


Рис. 8. Схема автоматической дезинфекции воды гипохлоритом на основе данных о потоке воды и содержании хлора в воде с использованием оборудования производства ФСП «КРАВТ».

4. Гипохлорит можно использовать на объектах водоподготовки малой мощности (к ним можно отнести и плавательные бассейны), где недостатки гипохлорита будут проявляться не столь существенно ввиду малого его потребления, а также при обеззараживании воды с низким значением водородного показателя рН.

Надеемся, что на поставленный в заголовке вопрос дан достаточно аргументированный ответ.

Литература

1. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Хлор и эффект последействия // ЖКХ. Экономика и управление предприятиями ЖКХ. – № 10. – Ч. 1. – 2008.
2. Новогор изменил технологию обеззараживания воды в Новых Лядах (редакционная) // Водоснабжение и канализация. – № 1. – 2009. – 29 с.
3. Краснобородько И.Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. – Л.: Химия. – 1988. – 193 с.
4. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Хлорирование – микробиологическая и техническая безопасность водоподготовки // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Проблемы управления качеством городской среды». Водная безопасность поселений России. – Москва. – 2008.
5. Бахир В.М. К проблеме поиска путей промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ// Водоснабжение и канализация. – № 1. – 2009.
6. Пономарева Л.А., Селькова Е.П., Гвелесиани Г.А., Юркова Е.В., Толстов К.Г. «Пособие по применению средств дезинфекции и стерилизации в лечебно-профилактических учреждениях и организации режимов дезинфекции и стерилизации в отделениях эндоскопии и стоматологии»// Дезинфекционная станция «Био-Конт» Московского городского центра дезинфекции. – М., 1998. – 96 с.
7. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Для тех, кому не нравится хлор // «СтройПРОФИЛЬ». – 2004. – № 4/1.
8. Арх А., Кожевников А.Б. Эффективная система нейтрализации аварийных выбросов хлора в атмосферу // Материалы IV международной научно-практической конференции «ТЕХНОВОД-2008. Технологии очистки воды», г. Калуга. – 2008.
9. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: анализ и перспективы// Питьевая вода. – № 3. – 2007.
10. Ягуд Б.Ю. Проблемы химической безопасности хлорных объектов ЖКХ// РусХлор, г. Уфа. – 2009.
11. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Современные системы водоподготовки станций централизованного водоснабжения // СтройПРОФИЛЬ. – № 2. – 2006.
12. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Автоматическое дозирование гипохлорита и иных жидких реагентов // Водоснабжение и санитарная техника. – № 11. – 2008.