

12'2009

часть I

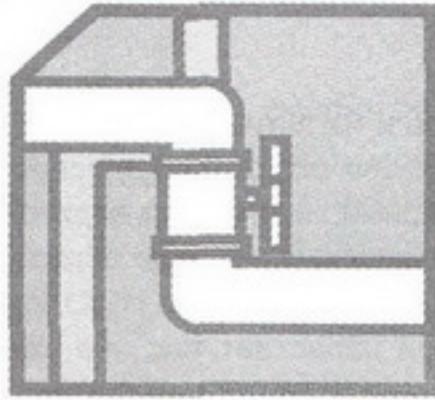
www.gkh.ru

ЖКХ

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЖКХ

ФИНАНСЫ
И ЭКОНОМИКА
РЕФОРМА
ЖИЛИЩНЫЙ ФОНД
ТАРИФЫ
И ИНВЕСТИЦИИ
БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ
И НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ
ЮРИДИЧЕСКИЙ
ПРАКТИКУМ
ЭФФЕКТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ





ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

Хлор или гипохлорит: пора поставить точку

А.Б. Кожевников, канд. техн. наук,
генеральный директор ФСП "КРАВТ"
(г. Калуга)

О.П. Петросян, канд. физ.-мат. наук,
доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
(г. Калуга)

А.А. Баранов, заместитель
генерального директора ФСП "КРАВТ"

В настоящее время хлорирование 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. Необходимо постоянно поддерживать обеззараженное состояние распределительной сети во избежание ее необратимого обраствания и заражения.

■ Все остальные методы обеззараживания воды, в т. ч. промышленно применяемые озонирование и УФ-облучение, не обеспечивают обеззаражающего последействия, поэтому хотя бы на одной из стадий водоподготовки требуется хлорирование.

Таким образом, хлор, гипохлорит и другие хлорреагенты незаменимы в случаях, когда обязательно должен присутствовать эффект последействия. В первую очередь это относится к тем объектам водоподготовки, которые работают на водопроводную распределительную сеть, даже при наличии возможности тем или иным способом провести дополнительное обеззараживание воды в конечных точках сети.

Из-за недобросовестного отношения к проблеме обеспечения населения безопасной питьевой водой в последнее время повысился процент кишечной инфекционной заболеваемости бактериальной и вирусной этиологии (как сезонной, так и вспышечной). С 2002 г. резко возросло количество заболеваний вирусным гепатитом. Так, прирост заболеваемости гепатитом А в 2002 г. по сравнению с предыдущим годом составил 91%. Вспышки гепатита А, связанные с употреблением некачественной воды, наблюдались в Саратове, Иркутской, Челябинской, Новгородской областях и Подмосковье. В 2006–2007 гг. были отмечены локальные вспышки кишечных заболеваний и гепатита А в республиках Дагестан, Карелия, Ставропольском крае, Новгородской, Волгоградской, Сахалинской и других областях. В 2007 г. в некоторых регионах отмечены вспышки болезни, вызванной бактериями *Legionella*, проникающими в системы распределения питьевой воды при повышенной температуре*.

* Кожевников А.Б., Петросян О.П. Хлор и эффект последействия // ЖНХ: журнал руководителя и главного бухгалтера. 2008. № 10.



Выправить ситуацию можно 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. Предполагается, что переход на гипохлорит натрия позволит ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство и обеспечить экологическую и технологическую безопасность при водоподготовке, однако ни наука, ни международный опыт не подтверждают это. Ошибочное мнение по поводу того, что эффективность обеззараживания водопроводной воды при использовании гипохлорита натрия сохраняется на прежнем уровне, обусловливает необоснованные затраты, а качество питьевой воды при этом ухудшается. Так, переход на использование нового реагента в небольшом поселке Новые Ляды в ноябре 2008 г. обошелся бюджету в 2,5 млн руб.

Общеизвестно, что качество обеззараживания воды хлорсодержащими реагентами зависит от значения водородного показателя pH. Именно он определяет формы соедине-

ний 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 , количество которой нарастает так, что уже в диапазоне значений pH от 3 до 6 в воде присутствует только она. При $\text{pH} > 6$ хлорноватистая кислота распадается на ионы H^+ и ClO^- . При $\text{pH} = 6$ доля HClO составляет 97%, а доля гипохлоритных ионов – 3%. При $\text{pH} = 7$ доля HClO – 78%, а гипохлорита – 22%. При $\text{pH} = 8$ доля HClO – 24%, гипохлорита – 76%. При $\text{pH} > 9$ HClO полностью переходит в гипохлорит-ион ClO^- .

Из диаграммы на рис. 1 следует, что в зависимости от значения pH воды в ней существуют зоны стабильности хлорреагентов (зона Cl_2 , зона HClO , зона ClO^-), в которых не проявляется их активность, и зоны нестабильности (зона Cl_2 – HClO при $\text{pH} = 1,5\text{--}3,5$; зона HClO – ClO^- при $\text{pH} = 6\text{--}9$). Поскольку pH воды поверхностных источников составляет 6,5–8,5, вторая зона нестабильности должна быть предметом особого внимания. Именно в ней проявляется высокая бактерицидная активность, причем **наивысшая бактерицидная активность кислородных соединений хлора наблюдается в диапазоне pH от 7,0 до 7,5, где концентрация гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты сопоставима.**

Данный факт объясняется 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 антимикробным действием, нежели у хлорноватистой кислоты: ${}^1\text{O}_2$ – 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 приблизительно в равном коли-

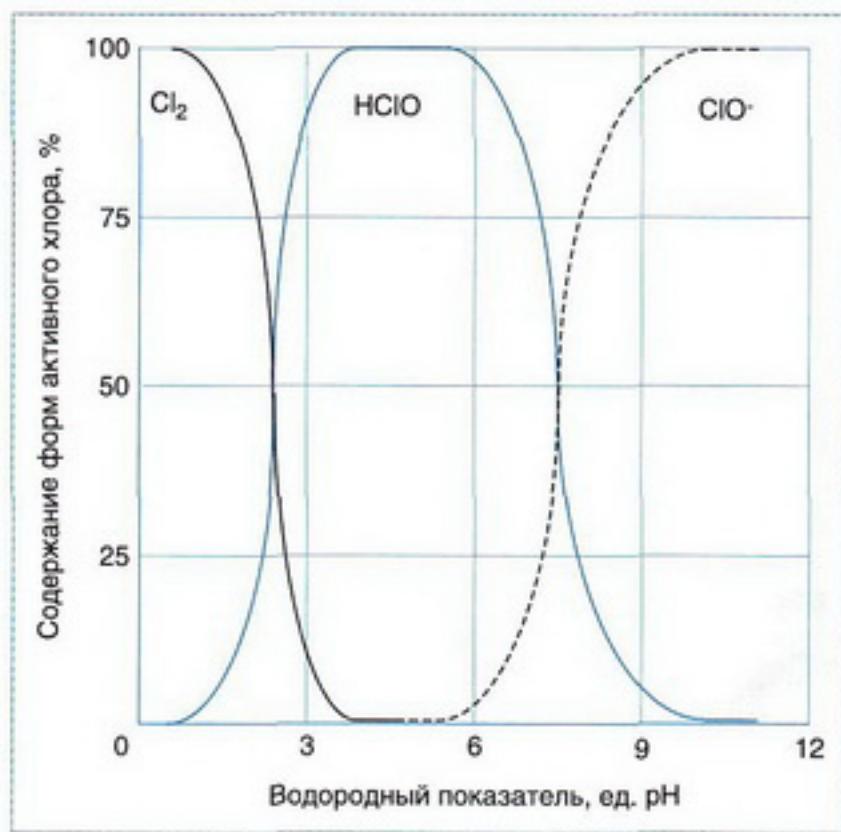


Рис. 1. Соотношение содержания форм соединений хлора в воде в зависимости от значения pH



чество при значениях pH, близких к нейтральному, равному 7–7,5. Попутно отметим, что среднее значение pH крови и других водных растворов организма человека составляет 7,36, а весь диапазон возможных значений pH крови настолько узок, что гарантированно входит в центральную часть этой метастабильной зоны.

Гипохлорит имеет щелочной характер, и его применение приводит к повышению показателя pH обрабатываемой воды, т. е. в метастабильной зоне при применении гипохлорита согласно рис. 1 система сдвигается в сторону стабильной зоны ClO^- . При этом нарушается химическое равновесие в питьевой воде, и процесс его восстановления

затягивается в соответствии с принципом Ле Шателье на десятки часов, снижая бактерицидную активность хлора.

Что же происходит при обеззараживании воды хлором? Растворяясь в воде, хлор образует хлорноватистую кислоту HClO , которая относится к кислотам средней силы ($pK = 7,2$). 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* позволяет сделать вывод о том, что **гипохлорит натрия обладает существенно меньшей бактерицидной активностью, нежели хлорноватистая кислота, концентрация которой при растворении хлора в воде максимальна**. Из диаграммы на рис. 2 видно, 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 менее 2 мин, более 100 мин (в 50 раз больше) и около 500 мин соответственно. Это второе преимущество хлора.

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 преимущество хлора.

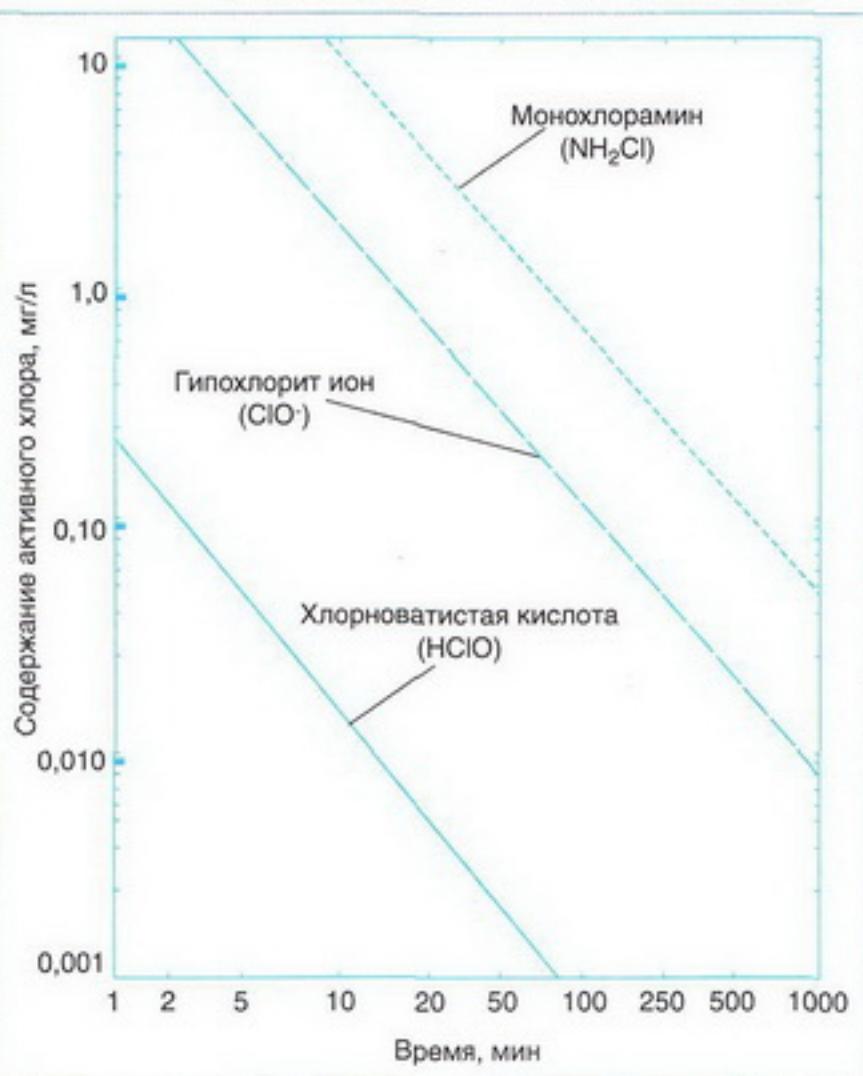


Рис. 2. Сравнительная антимикробная активность растворов хлорноватистой кислоты, образующейся при применении газообразного хлора, гипохлорита натрия и хлорамина на примере уничтожения 99% E. coli в воде при температуре +2–6 °C.

* См.: 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; Бахир В.М. К проблеме поиска путей промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ // Водоснабжение и канализация. 2009. № 1.



Врачи-эпидемиологи* уже давно завершили дискуссии по поводу дезинфицирующей способности гипохлорита и изложили свои выводы в практическом руководстве, указав, что полученный химическим и электрохимическим (не важно каким) путем гипохлорит натрия неэффективен против споровых форм микроорганизмов. Это **четвертое преимущество хлора.**

В отличие от хлора гипохлорит натрия не в состоянии обеспечить удаление биопленок с поверхности трубопроводов, благоприятных для развития микроорганизмов и вторичного загрязнения воды. Это **пятое преимущество хлора.**

Существенно и то, что использование в целях дезинфекции вместо молекулярного хлора гипохлорита натрия или кальция не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригалометанов (ТГМ), что ухудшает качество воды. Это обусловлено тем, что при применении гипохлорита процесс образования ТГМ растягивается во времени до нескольких часов, а их коли-

чество при прочих равных условиях тем больше, чем больше pH. Малоактивные гипохлорит-ионы не в состоянии быстро окислить наиболее реакционно способные части молекул гумусовых веществ и потому реагируют с ними с образованием тригалометанов. Следовательно, это **шестое преимущество.**

Сравнение эксплуатационных затрат на функционирование систем обеззараживания хлором и гипохлоритом, а также на их внедрение свидетельствует явно не в пользу гипохлорита. **Седьмое преимущество чистого хлора** подтверждается примером расчета экономической целесообразности его замены на гипохлорит натрия в технологии обеззараживания воды, проведенном экономистами водоканала среднего города России применительно к хлораторной на станции третьего подъема (таблица). Цифры доказывают, что **внедрение и функционирование системы обеззараживания на основе гипохлорита в пять раз дороже аналогичной системы на основе хлора.**

Затраты на внедрение и эксплуатацию системы обеззараживания воды гипохлоритом натрия (ГХН) и хлором

Статья расходов, тыс. руб.	ГХН	Хлор	Превышение по ГХН
Проект	740	240	500
Оборудование и монтаж	30 000	1560	28 440
Транспорт (год)	65	20	45
Стоимость реагента (год)	4000	1500	2500
АГСС (спасатели) (год)	-	480	- 480
Система оповещения (по системе ГО и ЧС)	-	3000	- 3000
Итого	34 805	6800	28 005

Примечания:

1. В состав оборудования включены: два хлоратора AXB-1000/E, две системы автоматического регулирования расхода хлора (CAP-RX) 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 был составлен в 2005 г. Предполагалось, что применяющие гипохлорит производства неподотчетны Ростехнадзору. В настоящее время эти объекты считаются опасным производством, следовательно, в затратах необходимо дополнительно учитывать расходы на мероприятия по безопасности в соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов". Учет таких расходов осложняется в связи с отсутствием подготовленных специалистов и оборудования, разрешенного Ростехнадзором к применению. Отсутствие качественного отечественного оборудования восполняется дорогостоящими импортными дозирующими насосами, выбор которых затруднен из-за широкого предложения на рынке и отсутствия квалифицированных специалистов.

* 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.

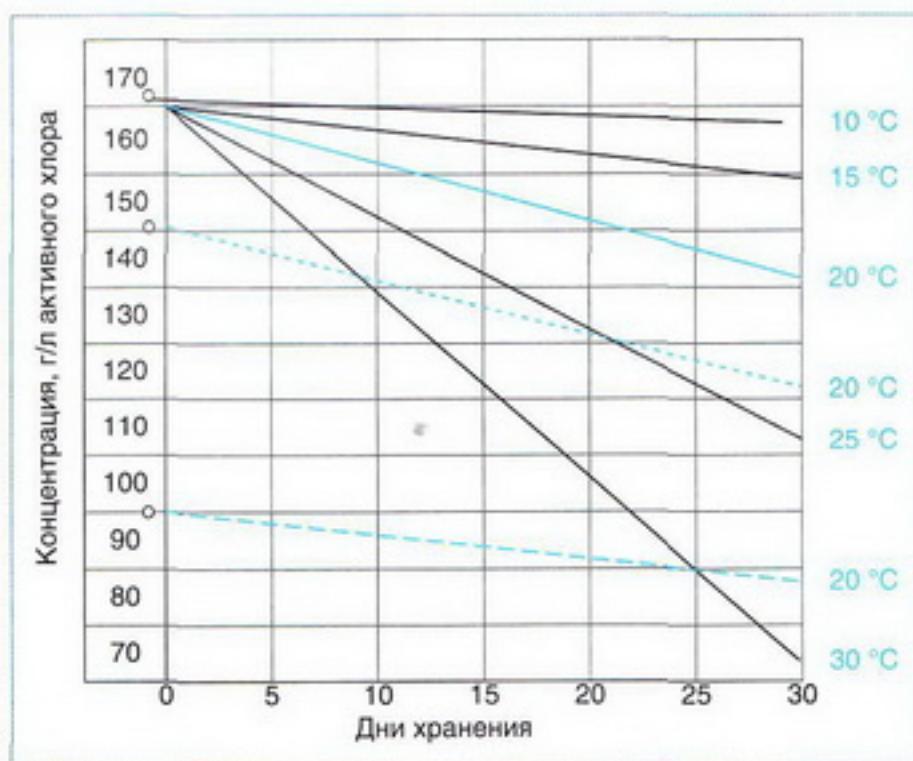


Рис. 3. Потеря активности гипохлорита натрия в зависимости от начальной концентрации, времени и температуры хранения

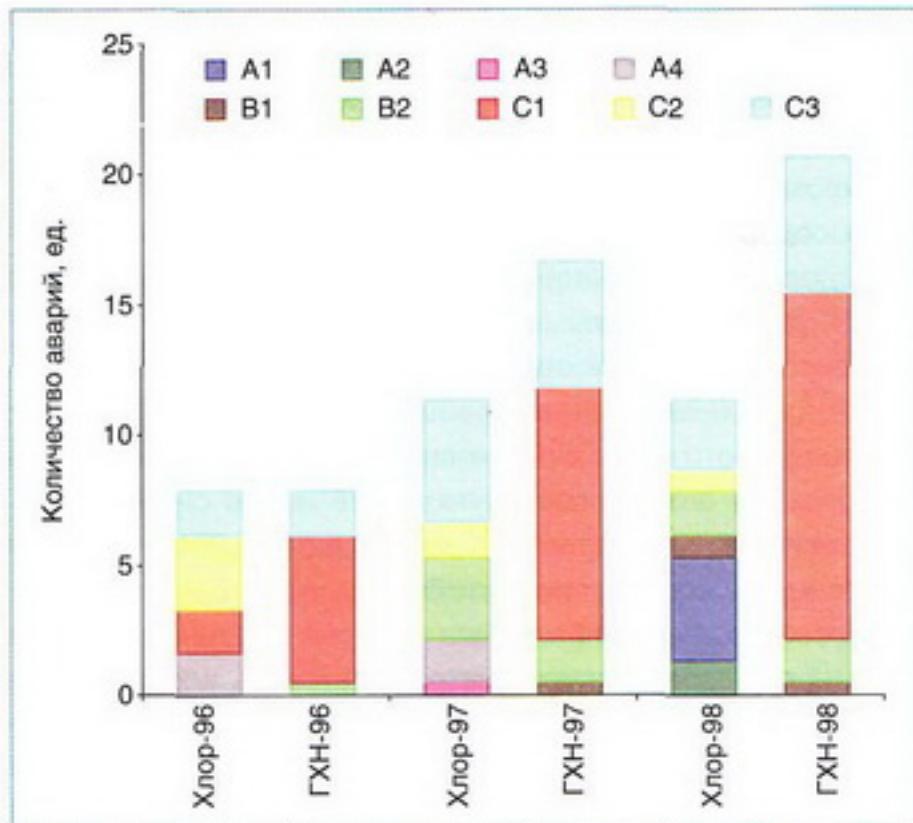


Рис. 4. Число происшествий (аварий) при использовании хлора-газа (хлора) и гипохлорита (ГХН) в 1996, 1997, 1998 гг. на различных этапах технологического процесса их использования:

A1 – заводское производство; A2 – заводское складское хранение; A3 – заводское затаривание емкостей; A4 – заводское тестирование контейнеров; B1 – транспортировка – доставка клиенту; B2 – транспортировка – процесс перевозки; C1 – складское хранение у клиента; C2 – подсоединение-отсоединение емкостей; C3 – процесс применения продукта клиентом

Время хранения гипохлорита ограничено из-за 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, ухудшаются химический состав воды и ее бактериологические показатели, а с другой – увеличивается себестоимость водоподготовки.

Рассмотрим технические аспекты проблем, возникающих при использовании гипохлорита натрия на объектах водоподготовки, основываясь на данных, полученных в процессе научных исследований и практики его использования за рубежом*. Очень часто для обоснования перехода на гипохлорит натрия декларируются безопасная технология его использования и отсутствие последствий применения хлора. Однако это мнение ошибочно в отношении как технической, так и эпидемиологической безопасности (рис. 4).

Из представленных диаграмм видно, что число происшествий при применении, хранении и перевозке гипохлорита растет из года в год. Если общее в 1996 г. число аварий при применении хлора и гипохлорита мало отличалось, то к 1998 г. число происшествий с гипохлоритом увеличилось вдвое. Опыт использования гипохлорита в зарубежных странах показал, что аварийность на объектах его использования растет опережающими темпами на всех этапах технологического процесса, а значит, хлор обладает и восьмым преимуществом.

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 . Наиболее крупные аварии случаются при смешивании гипохлорита с кислотами,

* Кожевников А.Б., Петросян О.Л. Хлорирование – микробиологическая и техническая безопасность водоподготовки // Материалы XII Международной научно-практической конференции "Проблемы управления качеством городской среды". Водная безопасность поселений России. Москва, 2008.



что приводит к выбросу газообразного облака хлора. Следует учесть, что в таких случаях выделяется наиболее опасный влажный хлор, который при проникновении в легкие не вызывает болевых ощущений, но приводит к большим жертвам.

Кроме того, использование гипохлорита сопровождается постоянным газовыделением в ходе его естественного разложения (см. рис. 3). 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 потребовалось оснастить помещения насосных, тоннелей, фильтровальных установок и другие системами очистки воздуха, которые обеспечивают нейтрализацию выделяющегося хлора.

В соответствии с п. 5.11 Правил безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора ПБ 09-594-03 "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/куб. м, 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**".

В среде растворов гипохлорита, обладающих очень высокой коррозионной активностью, возникают проблемы с подбором оборудования и его эксплуатацией. Если вместо газообразного хлора используется гипохлорит натрия, то в процессе его ввода в систему трубопроводов для разбавления там образуется осадок, состоящий из гидроксида магния и диоксида кремния. Он забивает водные каналы, из-за чего требуются дополнительные мероприятия по предотвращению кальцинации арматуры, особенно точек ввода – инжекторов и диффузоров.

Подобных примеров можно привести множество. Из всего изложенного следует, что в отличие от хлора **применение раствора гипохлорита независимо от способа его получения (промышленного или на локальных установках) не только не снижает опасность происшествий и аварий на производственных объектах водоподготовки, но и способствует интенсивному разрушающему воздействию на технологическое оборудование, способствуя его досрочному выходу из строя****. Соответственно, налицо девятое преимущество хлора.

Своевременным является решение, вынесенное на совещании Ростехнадзора по теме "Состояние и перспективы развития хлориспользующих объектов систем водоподготовки ЖКХ" в апреле 2008 г. В нем отмечено, 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 от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (далее – Федеральный закон № 116-ФЗ). Это отражено в его новой редакции (Федеральный закон от 30.12.2008 № 313-ФЗ).

Таким образом, переход на гипохлорит натрия по принципу безопасности ошиб-

* Арх А., Кожевников А.Б. Эффективная система нейтрализации аварийных выбросов хлора в атмосферу // Материалы IV международной научно-практической конференции "ТЕХНОВОД-2008. Технологии очистки воды". Калуга. 2008.

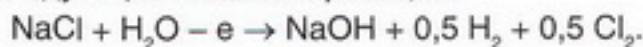
** Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: анализ и перспективы // Питьевая вода. 2007. № 3.



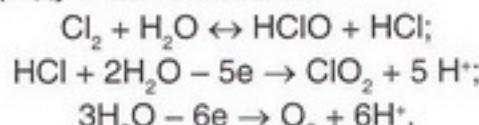
чен. Это относится как к концентрированному гипохлориту натрия марки А с содержанием активной части 190 г/л, полученному промышленным способом, так и к низкоконцентрированному гипохлориту марки Э с содержанием активной части около 6 г/л, производимому на месте его использования. Согласно классификации ООН гипохлорит натрия классифицирован как коррозионный – класс 8, № ООН – 1791, группа опасности для хранения – PGII или PGIII в зависимости от концентрации. Согласно инструкциям по обращению с опасными товарами 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 гл. 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. Вентиляция взрывоопасных электролизных газов приводит к бесконтрольному рассеянию хлора в атмосфере, что недопустимо, поэтому применение на объекте электролизеров должно предусматривать устройство нейтрализации выбросов хлора. В этом заключается **десятое преимущество хлора**.

В установках "Аквахлор" реализован принципиально новый технологический процесс – ионселективный электролиз с диафрагмой, позволяющий при штатном режиме работы исключить образование взрывоопасной смеси газов. В установке протекает следующая основная реакция:



Ее продуктами являются:



Во время реакции выделяются:

- на аноде – Cl_2 – 95%; ClO_2 – 3–7%; O_3 – 0,5–3%;
- на катоде – NaOH – 12–15%; H_2 – 1,4%.

Исходя из приведенных 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.

Объекты, работающие с газообразным хлором, контролируются Госгортехнадзором и Ростехнадзором и, как правило, соответствуют требованиям Федерального закона № 116-ФЗ. Отечественная промышленность производит полный спектр оборудования, используемого на объектах водоподготовки при обеззараживании хлором, с разрешением на применение на опасных производственных объектах. Налажены система обучения и повышение квалификации специалистов. Таким образом, задача сводится к проведению регламентных работ, замене морально устаревшего оборудования, внедрению систем автоматизации, ограничивающих человеческий фактор, который является основным при возникновении аварийных ситуаций.

На рис. 5. представлена диаграмма причин аварийности при работе с хлором, из которой следует, что 80% аварий происходит из-за ошибок персонала. С учетом такой статистики для исключения человеческого фактора в технологический процесс необходимо внедрять предусмотренные в гл. V ПБ 09-594-03 средства автоматического контроля, управления, сигнализации с автоматикой локализации аварий.

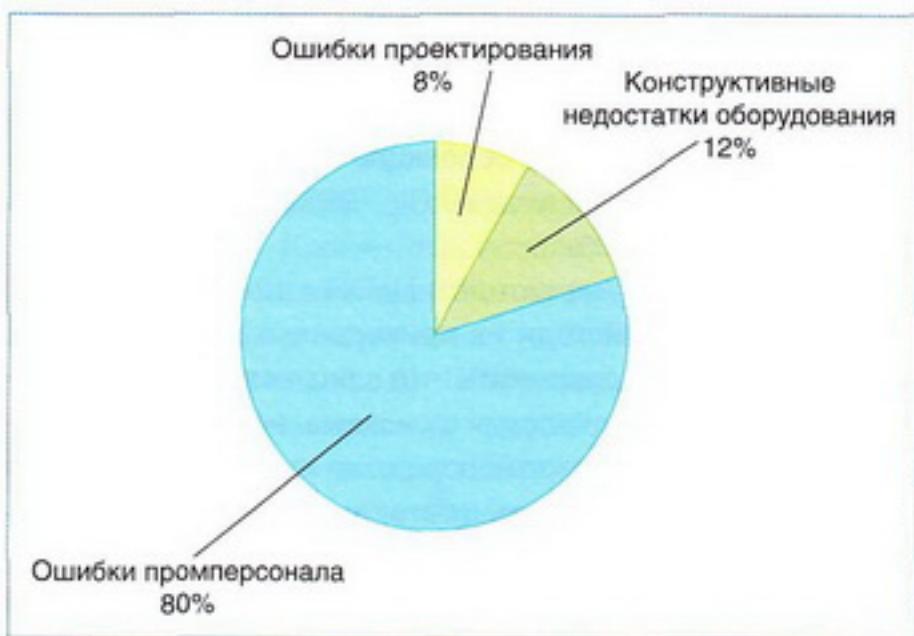


Рис. 5. Причины аварийности при работе с хлором

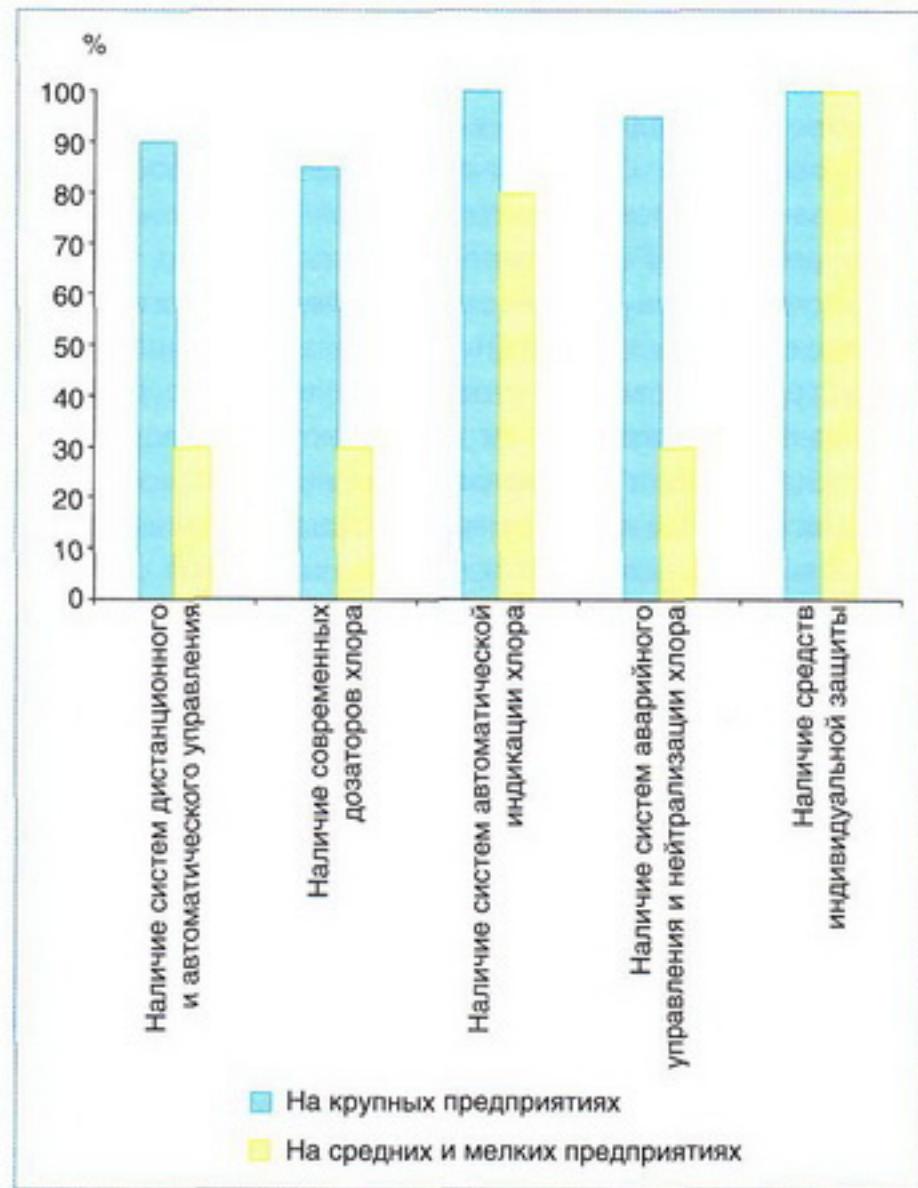


Рис. 6. Обеспеченность предприятий ЖКХ системами дистанционного и автоматического управления, средствами индивидуальной и коллективной защиты

На рис. 6 представлена диаграмма обеспеченности предприятий ЖКХ системами дистанционного и автоматического управления, средствами индивидуальной и коллективной защиты. Изменить ситуацию с обеспечением предприятий системами дистанционного управления, современными дозаторами и системами аварийного улавливания и нейтрализации хлора в настоящее время нетрудно. Ряд российских предприятий производит оборудование, получившее разрешение Ростехнадзора на работу на опасных производственных объектах. Это позволяет создать автоматические системы управления, взять под контроль процесс дезинфекции воды как хлор-газом, так и гипохлоритом натрия и обеспечить полную безопасность функционирования таких объектов.

В качестве примера на рис. 7 приведена схема автоматической дезинфекции хлором на основе данных о потоке воды и содержании в ней хлора. В схеме задействованы: 1 – баллоны с хлором; 2 – гребенка для трех баллонов; 3 – дозатор хлора; 4 – автоматический вакуумный переключатель; 5 – хлоропровод; 6 – уловитель-испаритель жидкого хлора; 7 – датчик хлора в воздухе; 8 – насос эжектора; 9 – запорный вентиль; 10 – водовод; 11 – эжектор; 12 – электромеханический дозирующий вентиль; 13 – аквапроцессор; 14 – анализатор содержания хлора в воде; 15 – коммутационный шкаф; 16 – расходомер потока воды; 17 – система нейтрализации аварийных выбросов хлора.

На рис. 8 представлена типовая схема автоматической дезинфекции гипохлоритом натрия на основе данных о потоке воды и содержании в ней хлора.

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. Затем дозирующие насосы (5), управляемые аквапроцессором (13), подают раствор в хлорируемую воду.

Управляющие сигналы формируются по заданной программе микропроцессором на основе данных, поступающих в аквапроцессор

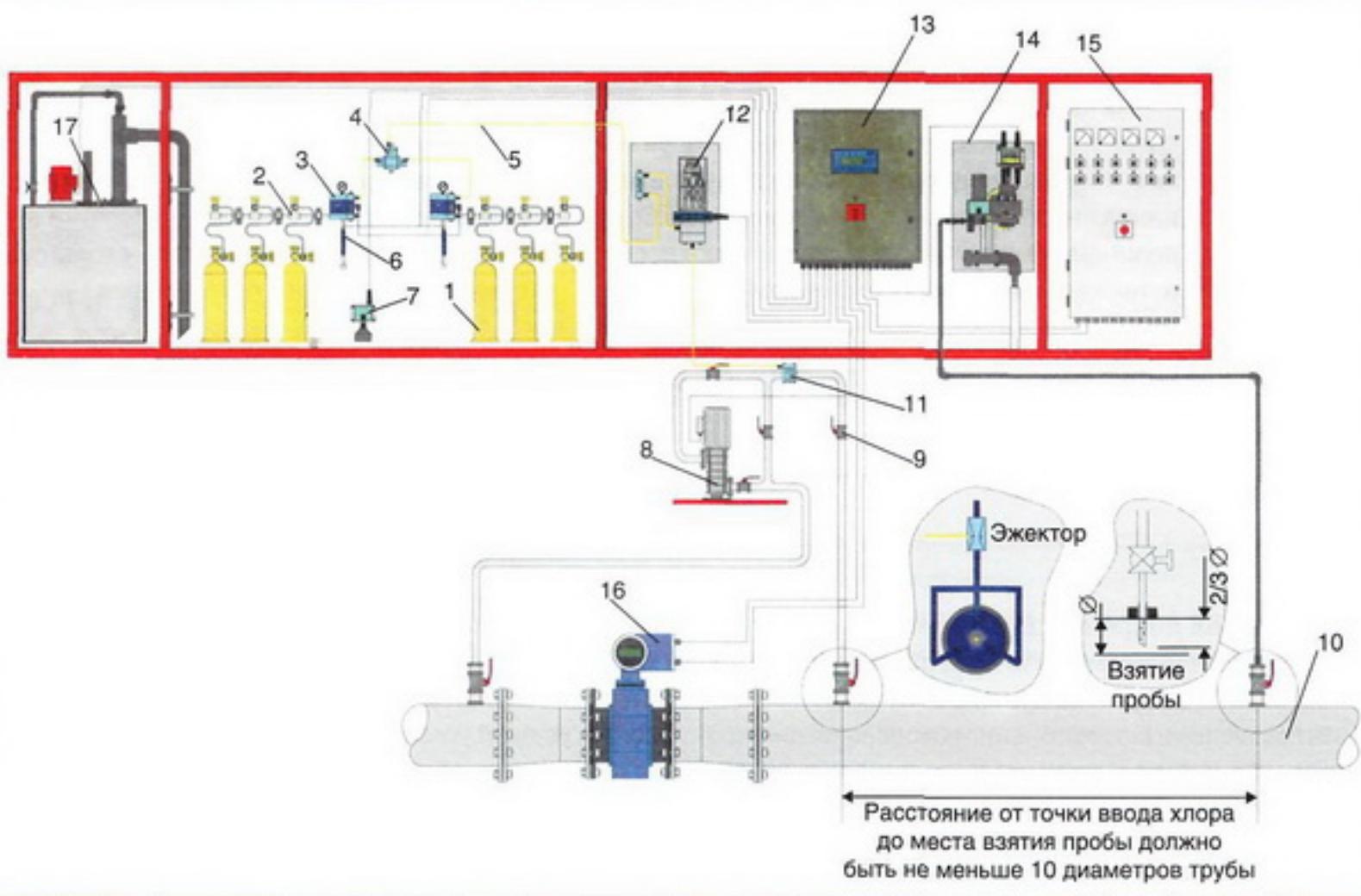


Рис. 7. Схема автоматической дезинфекции хлором на основе данных о потоке воды и содержании в ней хлора

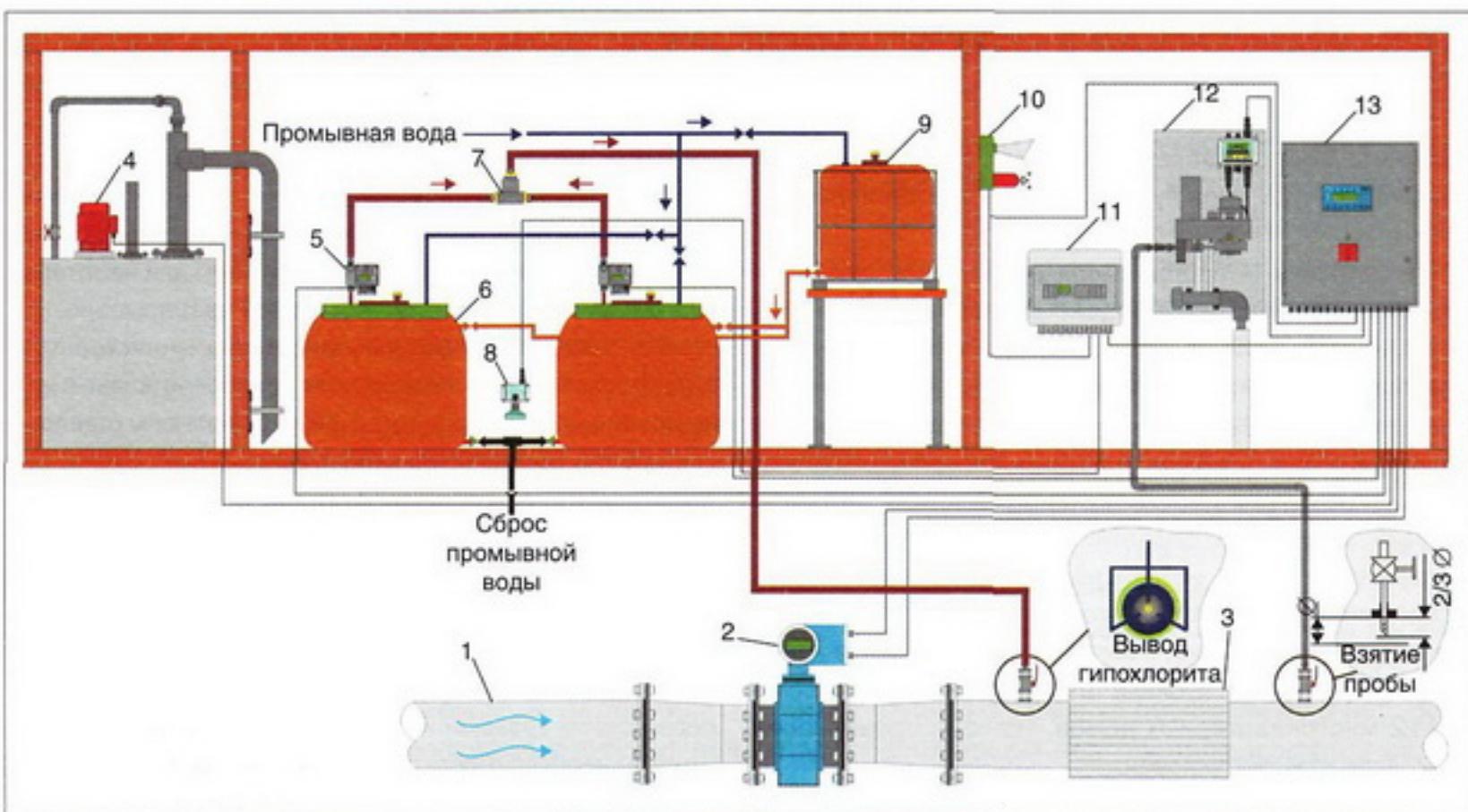


Рис. 8. Схема автоматической дезинфекции гипохлоритом на основе данных о потоке воды и содержании в ней хлора