

5. Основными критериями эффективности при формировании и функционировании систем водоснабжения является максимально полное устранение содеянного ущерба, а также минимум суммарных мероприятий с учетом допущенной нормы загрязнений при водопользовании.

1. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України // Відомості Верховної Ради, 2002. – №16 – ст.112.

2. Шарков М. Червоноград – оновлення системи водопостачання України // Крайні практики в місцевому самоврядуванні України. – 2001. – №4. – С.8-9.

3. Агаджанов Г.К., Григорчук Ю.М., Бельский А.А. Трансформация организационно-управленческой парадигмы ВКХ // Науковий вісник будівництва: Матеріали міжнародного науково-практ. семінару «Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур». Вип.26. – Харків: ХТДУБА, ХОТВ АБУ, 2004. – С.50-58.

4. Василенко С.Л. Еколого-хозяйственные аспекты технического водоснабжения крупных городов // Науковий вісник будівництва: Матеріали міжнародного науково-практ. семінару «Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур». Вип.26. – Харків: ХТДУБА, ХОТВ АБУ, 2004. – С.40-50.

5. Кондратьев К.Я. Экодинамика и геополитика: от глобальных до локальных уровней // Экология. – 1999. – №1. – С.3-8.

6. Душкин С.С., Гриценко А.В., Внукова Н.В., Сорокина Е.Б. Водоснабжение, водоотведение и улучшение качества воды. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 154 с.

7. Українець М.О., Сокольник В.І. Вдосконалення систем водопостачання. – Запоріжжя: ЗДІА, 2005. – 48 с.

8. Петросов В.А. Управление региональными системами водоснабжения. – Харьков: Основа, 1999. – 320 с.

9. Душкин С.С., Володченко О.В., Благодарная Г.И. Использование активированного раствора коагулянта для повышения объемной емкости сополимеризованных ионитов // Коммунальное хозяйство городов: Научн.-техн. сб. Вып.67. – К.: Техніка, 2006. – С.171-174.

10. Василенко С.Л., Кашпур А.Д. Техническое водоснабжение в развитии крупных городов // Тез. докл. IV междунар. конгресса «ЭКВАТЭК-2000 – Вода: экология и технология» (Москва, 30 мая – 2 июня 2000 г.). – С.310-311.

11. Васильев А.И., Влащенко С.А., Даниленко А.Л., Железнякова И.Л., Явдошенко С.А. Формирование экономических систем повышения эффективности устойчивого водообеспечения городов // Коммунальное хозяйство городов: Научн.-техн. сб. Вып.62. – К.: Техніка, 2005. – С.136-145.

*Получено 01.12.2009*

УДК 628.067

**П.А.ГРАБОВСКИЙ, Г.М.ЛАРКИНА, В.И.ПРОГУЛЬНЫЙ**, доктора техн. наук  
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

## **ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ПРИ СНИЖЕНИИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРОДА**

Рассмотрена проблема, возникшая из-за сокращения водопотребления городов – обеззараживание воды. Намечены возможные пути решения.

Розглянуто проблему, що виникла внаслідок скорочення водоспоживання міст – знезараження води. Намічено можливі шляхи вирішення.

The problem which has arisen because of reduction of town water consumption is examined – water disinfection. Possible paths of the decision are planned.

*Ключевые слова:* обеззараживание, диоксид хлора, гипохлорит натрия.

Общая тенденция в СНГ – заметное сокращение водопотребления в крупных городах, связанное, в первую очередь, с широким распространением поквартирного учета воды. Это, безусловно, положительное направление развития водоснабжения, как ни странно, вызвало ряд проблем. Главной из них является обеззараживание воды.

Сокращение водопотребления крупного города может быть очень большим. Например, в Одессе максимальный суточный расход снизился примерно с 800-850 до 500-600 тыс. м<sup>3</sup>, т.е. на 30-38%. Уменьшение расхода снижает скорость и увеличивает время пребывания воды в сети. Поэтому в дальних точках системы концентрация хлора оказывается недостаточной. Возможны два выхода из ситуации: 1) использование реагентов с большим последствием; 2) дополнительное обеззараживание воды в сети.

Как показал анализ, из известных реагентов с большим последствием наиболее перспективным представляется диоксид хлора [1, 2]. К его основным преимуществам относят:

- $\text{ClO}_2$  – эффективный окислитель и дезинфектант для всех видов микроорганизмов, включая цисты (*Giardia*, *Cryptosporidium*), споровые формы бактерий и вирусы.
- Он не способствует образованию тригалогенметанов и других хлорорганических соединений.
- Происходит дезодорация воды, разрушаются фенолы – источник неприятного вкуса и запаха.
- Не образуются броматы и броморганические побочные продукты дезинфекции в присутствии бромидов.
- Есть возможность увеличить вирулицидный эффект простым увеличением дозы (до 0,4 мг/л) в случае возникновения опасности вторичного вирусного заражения воды, например, при разрыве или ремонте разводящей сети.
- Стоимость применяющейся в настоящее время в России хлордиоксидной технологии сопоставима, а в ряде случаев дешевле по эксплуатационным затратам по сравнению с другими технологиями, в частности с гипохлоритом натрия, а по санитарно-эпидемиологическому эффекту значительно лучше.

К недостаткам  $\text{ClO}_2$  следует отнести необходимость его получе-

ния на месте применения и, кроме того, то обстоятельство, что необходимые исходные реагенты в Украине не изготавливаются, и закупать их придется за рубежом. Последний фактор вызывает у руководителей Водоканалов обоснованные опасения, связанные с непредсказуемой и быстроизменяющейся таможенной политикой. Поэтому более распространенным является вариант дополнительного обеззараживания воды в сети. Использование жидкого хлора в этом случае почти никогда недопустимо, поскольку правила безопасности ПБХ 93 [3] не позволяют ни транспортировать, ни разместить, ни хранить жидкий хлор в пределах городской черты. Выход из положения – переход на гипохлорит натрия (ГХН), механизм обеззараживания которого и эффективность мало отличаются от хлора.

Сравнивая газообразный хлор с ГХН, следует отметить, что принципиальной разницы между этими дезинфектантами нет. При введении в обрабатываемую воду ГХН и хлора образуются одни и те же бактерицидные агенты –  $\text{HClO}$  и  $\text{ClO}$ . Соотношение недиссоциированной хлорноватистой кислоты и гипохлоритного иона зависит от pH воды. Основные особенности, присущие хлорированию воды жидким хлором, сохраняются и при применении ГХН. Величина свободного остаточного хлора, равная 0,3-0,5 мг/л для питьевой воды, как в случае применения жидкого хлора, так и при использовании гипохлоритов считается гарантированным показателем бактериальной надежности обрабатываемой воды. Эффективность обеззараживания ГХН, как и хлора, существенно зависит от активной реакции среды, степени очистки воды, ее начальной зараженности.

При таком способе необходимо решить вопросы: где расположить хлораторные<sup>1</sup> и какую принять технологию доставки, изготовления и ввода ГХН. Наиболее простой вариант для размещения хлораторных – использование существующих хлораторных в городских насосных станциях. Если же это невозможно, приходится решать сложную задачу – где расположить дополнительные точки ввода. К сожалению, решить ее теоретически невозможно – слишком много изменяющихся факторов (расход, температура, качество воды и т.п.). Выход – эксперимент в натурных условиях.

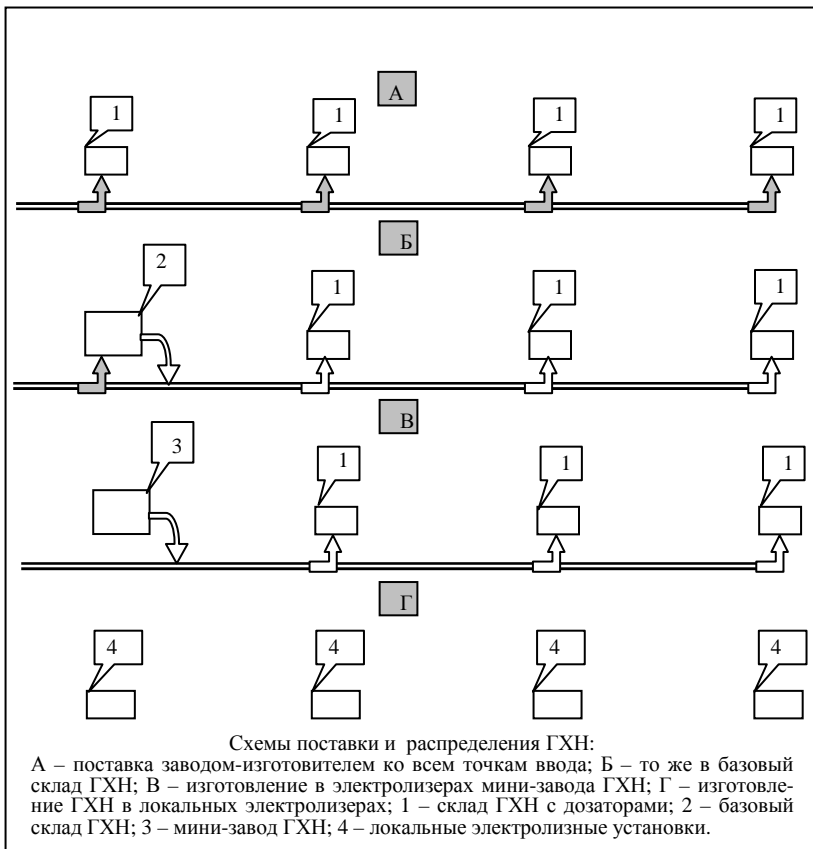
Существуют варианты получения ГХН:

- заводская поставка раствора ГХН (концентрация – до 190 г/л);
- изготовление ГХН в городе-потребителе в электролизерах из поваренной соли, морской воды или минерализованной воды из местных источников.

---

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем имеются в виду помещения для хранения и дозирования  $\text{NaOCl}$ .

Возможные способы проиллюстрированы на рисунке.



В варианте А жидкий ГХН систематически доставляется в город-потребитель и развозится во все хлораторные. Вариант Б отличается тем, что поставщик доставляет ГХН в базовый склад, откуда местным транспортом развозится по хлораторным. В вариантах В и Г гипохлорит изготавливается в городе, причем в первом случае – в мини-заводе, откуда местным транспортом доставляется к точкам ввода, а в варианте Г электролизеры находятся в каждой хлораторной. В этом варианте резко сокращаются транспортные расходы (остается только доставка поваренной соли).

Выбор варианта должен осуществляться в зависимости от местных условий путем технико-экономического сравнения.

Положительный опыт использования гипохлорита натрия имеется во многих городах Украины и России. В августе 2006 г. на Северной водопроводной станции г.Уфы введена в пробную эксплуатацию установка OSEC по производству 0,8-процентного гипохлорита натрия, эквивалентного 340 кг хлора в сутки. В последние годы интенсивно осуществляется применение ГПХ для обеззараживания на водопроводах России [4]. Этот реагент используется на водопроводах городов С.Петербург, Казань, Самара, Калуга и др. Начато строительство сооружений по хранению, дозированию ГХН и завода по производству раствора ГХН на Мосводопроводе [5, 6]. В Ростове-на-Дону с 2008 г. эксплуатируется электролизная станция производительностью 1000 кг/сут по эквивалентному хлору фирмы ООО НПП «Экофес» г.Новочеркаска [6]. Установка включает узел кислотной промывки и блок кондиционирования воды для приготовления солевого раствора. Эта установка позволяет использовать соль 1-го и 2-го сорта. По данным эксплуатации показатели pH и общей минерализации воды после внедрения ГХН не изменились.

Имеется также положительный опыт использования ГПХ в Украине на объектах водоснабжения и водоотведения.

Таким образом, использование ГХН для дополнительного обеззараживания воды является наиболее реальным способом решения проблемы.

1.Петренко Н.Ф., Мокиенко А.В. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки. – Одесса: Optimum, 2005. – 486 с.

2.Диоксид хлора и гипохлорит натрия. Сравнительный анализ. ЗАО «НПП «ТЭКО» // <http://www.tekonet.ru/hlor/dioxid>.

3.ПБХ 93. Правила безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора. – М.,1993.

4.Головачев А.В., Абросимова Е.М. Применение гипохлорита натрия при обеззараживании воды // ВСТ. – 2009. – №4. – С.8-12.

5.Храменков С.В., Браславский Ю.Д., Перельштейн Г.Б., Абросимов А.П. Повышение экологической и промышленной безопасности системы водоснабжения Москвы при использовании гипохлорита натрия // ВСТ. – 2009. – №8. – С.39-43.

6.Поршнев В.Н., Привен Е.М. Перевод московских станций водоподготовки на использование гипохлорита натрия // ВСТ. – 2009. – №10. Ч.1. – С.24-29.

*Получено 26.01.2010*