

# ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ХЛОРНЫХ ХОЗЯЙСТВ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

Последние события в нашей стране, как и в мире, ставят перед обществом задачи, решение которых должно быть направлено на ускорение разработок и принятие на государственном уровне пакета документов, которые отвечали бы сегодняшним интересам

промышленной безопасности. После трагических событий в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г. большинством мировых держав разработан ряд комплексных мер, направленных на усиление безопасности в госучреждениях, на промышленных и иных объектах.

ТЦ^числу объектов повышенной опасности АХотносятся хлорные хозяйства станций водоподготовки. Они находятся под постоянным надзором Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В последние годы нормативная база в области промышленной безопасности при обращении с хлором ужесточается, что отвечает требованиям дня. В связи с этим у эксплуатирующих служб возникает желание перейти к более безопасному способу обеззараживания воды, т. е. к способу, который не поднадзорен Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, но обеспечивает выполнение требований СанПиНа по безопасности в эпидемиологическом отношении питьевой воды. Эта проблема обычно решается применением двухступенчатой схемы обеззараживания [ 1 ]. На первичном (предварительном) этапе вместо хлорирования в ряде схем водоподготовки осуществляется озонирование или УФ-облучение, а на втором этапе в подавляющем большинстве случаев — обязательное хлорирование с применением хлорсодержащих реагентов.

Хлорирование на сегодня остается единственным способом, обеспечивающим микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети благодаря эффекту последствия. 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 обеззараживающего последствия, поэтому требуют хлорирования на одной из стадий водоподготовки.

В качестве хлорсодержащего реагента, наиболее часто используемого при хлорировании (второе место после жидкого хлора), выступает гипохлорит натрия. " Применяемое при его использовании оборудование для обеспечения процесса обеззаражива-

ния на станциях водоподготовки не относится к категории промышленно опасного и не поднадзорно Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору. Это «облегчает жизнь» эксплуатационникам. Но тем, кто ориентируется на такое направление обеспечения промышленной безопасности, надо обязательно ознакомиться с нижеследующим.

Необходимо помнить, что перечисленные выше являются недостаточно изученными как в России, так и за рубежом, и по этому не нашли такого широкого применения, как жидкий хлор. При переходе на альтернативные методы обеззараживания необходимо также думать не только о террористической безопасности, но и об экологической, о безопасности человека, употребляющего воду. Состояние систем ЖКХ в стране перешло за критическую отметку, хроническое недофинансирование отрасли ведет к увеличению числа аварий и, как следствие, распространению заболеваний энтеровирусными инфекциями (ЭВИ). Болезни грязной воды (ЭВИ) проявляются в виде кожных сыпей, энцефалита и т. п.; нет ни одного региона в России, куда не докатилась в этом году волна заболеваний серозным менингитом.

Последние исследования показали, что мнение об озонировании как о более безвредном способе обеззараживания воды — ошибочно. Продукты реакции озона с содержащимися в воде органическими веществами представляют собой альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и другие гидроксильированные алифатические и ароматические соединения. Наиболее часто в озонированной воде отмечается присутствие альдегидов (формальдегид, ацетальдегид, глиоксаль, метилглиоксаль). Существуют,

как минимум, три основные причины нежелательного присутствия альдегидов в питьевой воде.

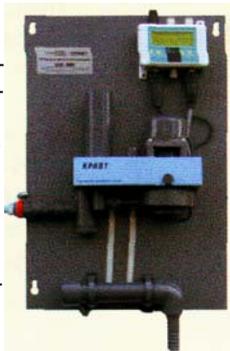
Альдегиды — высоко биоразлагаемые вещества. Значительное их количество в воде повышает возможность биологического обрастания трубопроводов и увеличивает опасность вторичного загрязнения воды микробиологическими компонентами;

Некоторые альдегиды обладают канцерогенной активностью и представляют опасность для здоровья людей.

Вследствие отсутствия эффекта последствия необходимо осуществлять хлорирование на второй ступени обеззараживания питьевой воды, а образовавшиеся при этом в воде альдегиды увеличивают опасность появления хлорорганических побочных продуктов типа хлорцианатхлоральгидрата.

Промышленное применение другого альтернативного дезинфектанта — УФ-облучения — осложняется отсутствием возможности оперативного контроля эффективности обеззараживания воды. Применение этого метода на практике определило необходимость конкретизации ряда положений водно-санитарного законодательства в части гигиенических требований к применяемой дозе облучения, гарантирующей качество воды, к самим УФ-системам и месту их расположения в технологической схеме водоподготовки. УФ-облучение обеспечивает заданный бактерицидный и вирулицидный эффект лишь при соблюдении всех установленных эксплуатационных условий. Поэтому одним из важнейших вопросов применения этого метода является создание гарантий его надежности.

Но очевидным неоспоримым достоинством УФ-облучения является то, что этот способ обеззараживания не образует побочных эффектов, т. е. не ухудшает качества воды с точки зрения влияния на здоровье человека. Но те технические сложности, которые сопровождают этот способ



сегодня, требуют достаточно критичного отношения к его применению в тех или иных практических условиях [2].

Использование гипохлорита натрия (ГХН) на вторичном этапе обеззараживания обосновываются тем, что не горюч и не взрывоопасен. Но, как нам кажется, ошибочно то, что объекты, на которых он используется, не относятся к категории опасных производственных объектов.

К сожалению, приходится говорить об относительной, а не полной безопасности. Это подтверждается опытом использования ГХН на объектах водоподготовки США, которые являются одной из лидирующих стран по масштабам использования ГХН, в том числе и для водоподготовки. Самая большая утечка хлора на станции водоподготовки (выше 5 тонн) была вызвана применением ГХН. Это произошло на одной из крупнейших станций водоподготовки США на востоке страны, когда водитель автоцистерны с хлорным железом ( $\text{pH} = 4$ ) ошибочно слил продукт в резервуар с раствором ГХН. Это привело к мгновенному выбросу хлора. При этом следует учесть, что выделяется в таких случаях влажный хлор, который при проникновении в легкие не вызывает болевых ощущений, поэтому наиболее опасен.

Вторая проблема — это постоянные газовыделения в ходе естественного разложения ГХН. В случаях, когда гипохлорит оказывался между двумя закрытыми запорными устройствами, наблюдались взрывы шаровых клапанов, фильтров и других устройств. В составе выделяемого газа содержится и хлор, поэтому помещения с насосными и фильтровальными установками и другие аналогичные пространства требовалось оснастить системами очистки воздуха, чего не было при использовании хлора.

Возникают проблемы и с подбором оборудования, и с его эксплуатацией в среде растворов ГХН, обладающих очень высокой коррозионной активностью. Потребовались дополнительные мероприятия и по предотвращению кальцинации арматуры, особенно точек ввода инжекторов и диффузоров [3].

В практике водоснабжения для обеззараживания питьевой воды используются концентрированный гипохлорит натрия марки А с содержанием активной части 190 г/л и низкоконцентрированный гипохлорит марки Э с содержанием активной части около 6 г/л. Использование этих реагентов для обеззараживания воды имеет свои недостатки, подтвержденные цифрами Мосводоканала [4].

*Товарный гипохлорит натрия (концентрированный):*

- нестабильность водного раствора гипохлорита натрия (потеря активной части в результате хранения до 30% первоначального содержания по истечении 10 суток);

увеличение объемов применения реагента в 7-8 раз по сравнению с хлором за счет низкого содержания активной части и, как следствие, увеличение объема транспортировки железнодорожных цистерн (ежедневно по одной цистерне объема 50 т на каждую станцию);

- наличие складов значительного объема для хранения запасов реагента в соответствии с требованиями нормативных документов (запас на 30 суток);

- замерзание в зимнее время при температуре  $-25^\circ\text{C}$  и выпадение осадка в летнее время, что приводит к необходимости использования железнодорожных цистерн с термоизоляцией для перевозки реагента.

Кроме того, в настоящее время существующие мощности производства концентрированного гипохлорита натрия в европейской части России не обеспечивают перспективные потребности Мосводоканала в объеме около 50 тыс. кубометров в год.

*Низкоконцентрированный гипохлорит натрия:*

- **значительные расходы сырья: около 20 т/сут. поваренной соли на каждой станции (на 1 кг активного хлора приходится от 3 до 3,9 кг поваренной соли);**

- **неполное соответствие качества поваренной соли (отечественного сырья) требованиям, предъявляемым производителями электролизеров;**

- образование побочного продукта — водорода,
- образование токсичных отходов, требующих утилизации.

Опыт эксплуатации установок импортного производства отсутствует. Электролизные установки отечественного производства небольшой производительности для получения низкоконцентрированных растворов гипохлорита натрия имеют ограниченное применение и недостаточный опыт эксплуатации (гг. Иваново и Ша-ря Костромской области). В случае применения как товарного, так и низкоконцентрированного гипохлорита натрия возрастут затраты на обеззараживание воды, что в свою очередь приведет к увеличению себестоимости очистки воды.

Сдерживающим фактором применения гипохлорита натрия (как марки А, так и марки Э) на крупных водопроводных станциях является недостаточно изученная степень эффективности обеззараживания воды и способность данного реагента обеспечивать длительное последствие в протяженных распределительных сетях.

**Мировой же опыт подтверждает, что хлорирование воды чистым хлором является самым надежным санитарно-гигиеническим методом, предотвращающим распространение эпидемий и гарантирующим безопасность питьевой воды.**

Для проведения работ по повышению безопасности хлорных хозяйств необходимо базироваться на надежном и экономичном про-

мышленном оборудовании, которое производится отечественными предприятиями под контролем Федеральной службы по экологии-челескому, технологическому и атомному надзору РФ. Необходим также более жесткий контроль за состоянием оборудования на опасных производственных объектах. Оборудование, выработавшее ресурс или срок эксплуатации, определенные технической документацией, в целях безопасности должно быть заменено на новое либо подвергнуто капитальному ремонту предприятием-изготовителем с соответствующей аттестацией. И более того, с целью снижения влияния человеческого фактора на процесс хлорирования, повышения точности дозирования хлора необходимо ориентироваться не просто на современное оборудование, а на оборудование, обеспечивающее автоматический процесс дозирования. Самое интересное заключается в том, что это можно сделать достаточно быстро, так как большинство хлораторов, используемых на водозаборах России, адаптированы к подключению автоматических регуляторов [5].

Таким образом, строгое соблюдение технологических регламентов, норм и правил безопасности при обращении с хлором, использование современного отечественного автоматизированного и автоматического оборудования, контроль за недопущением использования выработавшего эксплуатационный ресурс оборудования — все это обеспечит высокую безопасность эксплуатации объектов хлорного хозяйства.

Несмотря на сложности нашего экономического развития, Россия располагает целым рядом промышленных предприятий, способных качественно выполнить изложенные задачи.

А. Б. КОЖЕВНИКОВ, к. т. н.;  
О. П. ПЕТРОСЯН, к. ф.-м. н.  
ФСП «КРАВТ» (г. Калуга)

## Литература

1. Е. И. Пупырев. «Экономические аспекты внедрения европейских стандартов качества питьевой воды в России» // «Водоснабжение и санитарная техника», 2004, №7.
2. А. Б. Кожевников, О. П. Петросян. «Для тех, кому не нравится хлор» // «СтройПРО-Филь», 2004, №4/1.
3. Б. Ю. Ягуд. «Хлор как дезинфектант — без опасность при применении и проблемы замены на альтернативные продукты» / 5-й Междуна-родный конгресс ЭКВАТЭК-2002 «Вода: экология и технология», 4-7 июня 2002 г.
4. В. П. Подковыров, Е. М. Привен. «Опыт МП «Мосводоканал» по реконструкции объектов, использующих жидкий хлор» // «Водоснабжение и санитарная техника», 2004, №8, ч.1.
5. А. Б. Кожевников, О. П. Петросян, Л. П. Антонюк. «Модельный ряд хлораторов АХВ-1000» / 6-й Международный конгресс ЭКВАТЭК-2004. «Вода: экология и технология», 1-4 июня 2004 г.