

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ СТАНЦИЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Основными источниками централизованного питьевого водоснабжения в большинстве регионов России являются поверхностные водоемы, загрязнение которых постоянно возрастает. На фоне некоторого снижения объема валового сброса сточных вод отмечается тенденция увеличения удельного веса сброса неочищенных стоков. Из-за крайне неудовлетворительного состояния канализационных коллекторов и нарушения в большинстве случаев режима обеззараживания стоков, сбрасываемых предприятиями коммунального хозяйства, резко выросло микробное загрязнение поверхностных водоемов.

Исследования в РФ показали, что загрязненность воды является причиной заболеваемости населения примерно в 40 %. По данным ВОЗ, инфекционная заболеваемость населения планеты, связанная с водоснабжением, достигает 500 млн. случаев в год [1]. Положение усугубляется тем, что из-за сильной изношенности сетей вода в них подвергается вторичному загрязнению, что требует ее дополнительной очистки и обеззараживания. Еще хуже положение с централизованным водоснабжением населения в сельской местности.

Традиционная технология водоподготовки представляет собой совокупность двух основных процессов: удаление взвешенных частиц и обеззараживание. На рис. 1 представлена существующая схема водоподготовки на Окском водозаборе в г. Калуге. Эта классическая двухступенчатая схема, основанная на коагулировании

серноокислым алюминием с последующим отстаиванием, фильтрованием и обеззараживанием водв: хлором. Она является базовой для большинства водопроводных станций России, Европы и США. Использование дополнительных технологических приемов направлено на улучшение качества воды, приводит к усложнению схемы и, соответственно, к повышению себестоимости водоподготовки. Сюда следует отнести введение дополнительных, помимо хлора, обеззараживающих реагентов, несколько стадий фильтрования на песчаных и угольных фильтрах и т. п. На основании анализа качества речной воды, обследования работы очистных сооружений и результатов предпроектных технологических исследований в НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды (КВОВ) разработана схема очистки воды для сооружений второй очереди Окского водозабора [2] (рис. 1) производительностью 100 тыс. куб. м/сут., отличающаяся от существующей тем, что озон используется на этапе обработки воды после контактных осветлителей (постозонирование).

Для повышения глубины очистки воды от органических загрязнений, удаления запахов и возможных продуктов окисления, образующихся при хлорировании и озонировании воды, дополнительно введены угольные фильтры, обеззараживание воды на обоих блоках рекомендуется осуществлять гипохлоритом натрия, полученным из минерализованных подземных вод, имеющихся на территории станции, путем электролиза с применением отечественного оборудования. Предусмотрено также проводить наряду с обеззараживанием воды гипохлоритом натрия ее аммонизацию, что позволяет пролонгировать обеззараживающее действие хлорреагента и сохранять требуемое качество очищенной воды в водопроводных сетях города.

Традиционные технологические схемы водоподготовки как совокупность технологических объектов, отражающих специфику обрабатываемой воды в различных городах России, Европы и США, представлены на рис. 2.

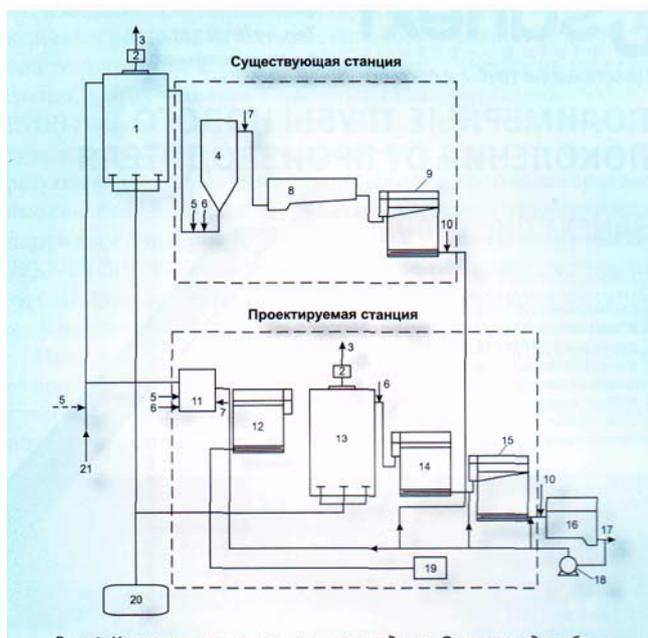


Рис. 1. Комплексная схема очистки воды на Окском водозаборе (г. Калуга):

- 1 — контактная камера озонирования; 2 — аппарат каталитического разложения озона; 3 — выброс в атмосферу; 4 — смеситель; 5 — первичное обеззараживание на водозаборе; 6 — введение коагулянта; 7 — подача флокулянта; 8 — отстойник с встроенной камерой хлопьеобразования; 9 — скорый фильтр; 10 — вторичное обеззараживание; 11 — входная камера с барабанными сетками; 12 — контактный осветлитель; 13 — контактная камера озонирования; 14 — песчаный фильтр; 15 — угольный фильтр; 16 — резервуар чистой воды

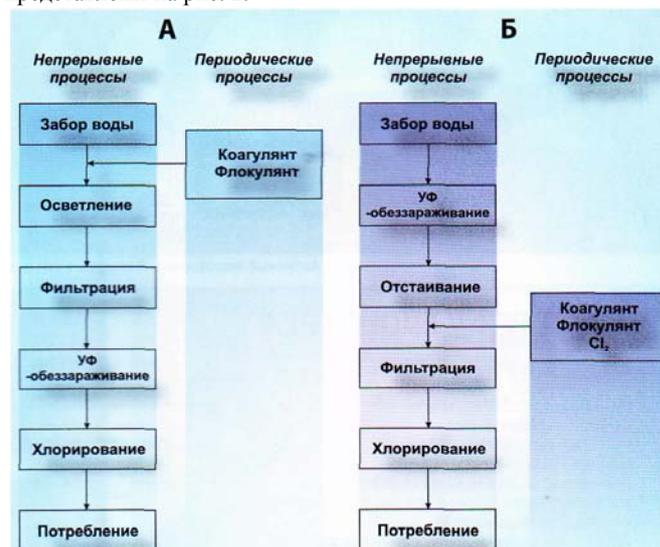


Рис. 2. Технологические схемы обеззараживания питьевой воды в городах:

- а) Лондон (Англия), Форт Бентон (США), Среднеуральск (Россия);
- б) Тольятти, Отрадное (Россия)

Другое направление модернизации станций водоподготовки связано с заменой существующих технологий первой ступени на мембранные фильтры, позволяющие производить очистку воды до уровня дистиллированной. Однако вторая ступень водоподготовки (обеззараживание) остается неизменной в силу причин, описанных выше. На фото представлены мембранные модули на станции в г. Копере (Словения), построенной известной французской фирмой «Дегремон». Обеззараживание поступающей в резервуары чистой воды на этой станции производится диоксидом хлора. Стоимость воды при таком подходе к водоподготовке увеличивается в 4-6 раз по сравнению с традиционными схемами подготовки.

Реализация подобных как традиционных, так и мембранных, достаточно сложных химико-технологических процессов очистки воды, будет неэффективной без современных информационных технологий, поэтому сегодня резко усложнились системы управления и контроля качества воды в технологиях водоподготовки.

При рассмотрении вопросов надежности и технической безопасности систем ВКХ технологиям обеззараживания уделяется особое внимание. При этом учитываются как технические стороны безопасности объектов водоподготовки, так и санитарно-эпидемиологическая безопасность продукта — питьевой воды [3].

Остановимся только на основных применяемых в России и за рубежом способах обеззараживания воды.

Все технологические схемы очистки и обеззараживания воды (старые и новые) должны опираться на основные критерии, предъявляемые к качеству питьевой воды: питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении, безвредна по химическому составу и обладать благоприятными органолептическими (вкусовыми) свойствами. Такие критерии лежат в основе нормативных актов всех стран, в т. ч. и в России (СанПиН 2.14.1074-01). Причем эти документы учитывают тот факт, что опасность заболеваний человека от микробиологического загрязнения воды во много тысяч раз выше, чем при загрязнении воды химическими соединениями различной природы.

В США 98,6 % воды подвергается хлорированию. Аналогичная ситуация сложилась в России и в большинстве других стран, т. е. в мире в 99 из 100 случаев для дезинфекции используют либо чистый хлор, либо хлорсодержащие продукты. 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 молекулы хлора сохраняют свою активность по отношению к микробам и угнетают их ферментные системы на всем пути следования воды по водопроводным сетям, где возможно вторичное ее загрязнение, т. е. от объекта водоподготовки (водозабора) до каждого потребителя. Все остальные методы обеззараживания воды, в т. ч. и промышленно применяемые в настоящее время озонирование и УФ-облучение, не обеспечивают обеззараживающего последствия и не предназначены для этого, поэтому требуют хлорирования на одной из стадий водоподготовки.

Поскольку последние 100 лет хлор стал практически универсальным средством для обработки питьевых и сточных вод, все преимущества и недостатки различных способов хлорирования к настоящему времени хорошо изучены ввиду широкого их использования. Альтернативные же способы требуют осторожного применения вследствие недостаточной изученности влияния последствий их применения на здоровье человека.

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 СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».



**ООО "Фирменное
специализированное
предприятие "КРАВТ"**

248000, г. Калуга, Главпочтамт, а/я 1028
тел. +7 (4842) 55-11-91 (многоканальный)
факс +7 (4842) 55-01-53 (автомат)
e-mail: kravt@kaluga.ru
url: www.kravt.ru

наша продукция

ХЛОРАТОРЫ АХВ-1000 МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

и средства автоматизации технологических процессов водоподготовки



НОВИНКА!!!

С 1 января 2006 года ФСП "КРАВТ" приступило к производству системного комплекса локальной автоматизации, включающего:

- систему автоматического регулирования расхода хлора (САР-РХ);
- систему автоматического регулирования расхода гипохлорита (САР-ГХ);
- систему автоматического регулирования значения pH (САР-pH);
- систему автоматического регулирования значения Redox (САР-Redox);
- систему автоматического регулирования расхода коагулянта (флокулянта) (САР-КФ).

Каждая из этих САР содержит измерительный блок, блок дистанционного управления и исполнительный механизм (дозировочный вентиль, дозирующий насос или задвижка). Блок дистанционного управления (БДУ) может использоваться автономно для управления процессом водоподготовки диспетчером со своего рабочего места либо непосредственно, используя клавиатуру БДУ, либо через компьютер.

На опасные производственные объекты - только отечественное оборудование

Сертификат соответствия №РОСС RU.МЕ20.Н00838 от 15.03.2004 г.

Разрешение на применение ФСТН РФ №РРС БК-12548 от 08.06.2004 г.

* ООО "АКВА-БАЛТ" (Северо-западный федеральный округ) 195027, Санкт-Петербург, пл. Красногвардейская, д. 2 офис 216, тел. (812) 320-46-95, факс (812) 303-82-75
 * ООО "ТехОптТорг" (Уральский федеральный округ) 620142, Екатеринбург, ул. Шорса, д. 7, тел/факс (343) 269-56-95, (343) 269-56-65
 * ЗАО "БЕЛПРОМОБОРУДОВАНИЕ" (Республика Беларусь) Минск, ул. Притыцкого, д. 60/2, тел/факс +375 (17) 259-44-25, 259-42-25
 * АО "АЛУРА" (Республика Молдова) Кишинев, Московский пр-т, д. 21, тел./факс +373 (22) 44-04-72
 * ООО "Инженерные технологии" (Южный федеральный округ) 344091, Ростов-на-Дону, ул. Каширская, 11/55, тел. (8632) 21-14-96, факс: (8632) 97-20-16, 97-20-79

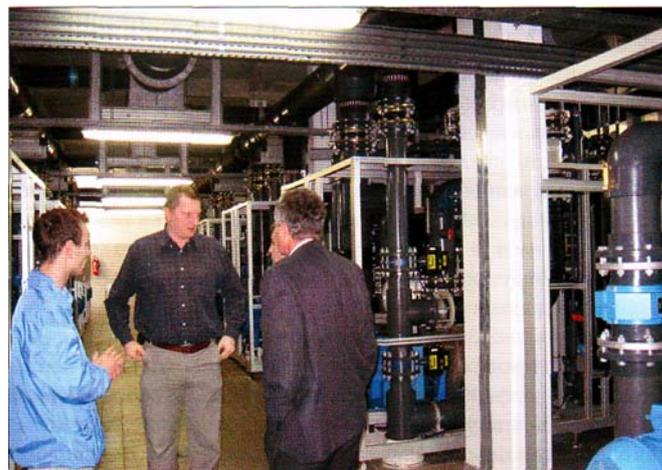


Фото. Станция водоподготовки в г. Колере (Словения)

Контроль качества» по безопасности в эпидемиологическом отношении питьевой воды [3].

Эта проблема обычно решается заменой хлорирования на первичном (предварительном) этапе обеззараживания озонированием или УФ-облучением. На вторичном этапе в подавляющем большинстве обязательно хлорирование, поскольку оно является единственным способом, обеспечивающим микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети благодаря эффекту последствия.

Рассмотрим с точки зрения безопасности применение озонирования 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. Непонятно только, что послужило основанием такого определения. 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 соединения. Наиболее часто в озонированной воде отмечается присутствие альдегидов (формальдегид, ацетальдегид, глиоксаль, метилглиоксаль).

Рассмотрим основные причины нежелательного присутствия альдегидов в воде. Их три.

Во-первых, альдегиды — высоко биоразлагаемые вещества, и значительное их количество в воде повышает возможность биологического обрастания трубопроводов и увеличивает опасность вторичного загрязнения воды микробиологическими компонентами.

Во-вторых, некоторые альдегиды обладают канцерогенной активностью и представляют опасность для здоровья людей.

И, наконец, в-третьих, вследствие отсутствия эффекта последствия необходимо осуществлять хлорирование на второй ступени обеззараживания питьевой воды, а при этом образовавшиеся в воде альдегиды увеличивают опасность образования хлорорганических побочных продуктов, что нежелательно с точки зрения здоровья потребителя.

Об опыте использования озона на Мосводоканале было рассказано на конференции «ЭКВАТЕК» в 2004 г. Вывод следующий: применение озона не позволило исключить даже предварительное хлорирование из-за ненадежности. Кроме того, выявилась негативная тенденция увеличения численности зоопланктона в воде, обработанной озоном.

Применение другого альтернативного дезинфектанта — УФ-облучения — позволяет полностью избавиться от побочных продуктов обеззараживания, что является его несомненным достоинством. Но на сегодня его промышленное применение осложняется отсутствием возможности оперативного контроля эффективности обеззараживания воды. В соответствующих методических

указаниях указывается на возможность применения УФ-облучения на этапе первичного обеззараживания воды при условии проведения на источнике водоснабжения технологических исследований. Методические указания не регламентируют величину дозы УФ-облучения при использовании его на этапе первичного обеззараживания воды.

Вместе с тем в методических указаниях отмечается, что УФ-облучение обеспечивает заданный бактерицидный и вирулицидный эффект при соблюдении всех установленных эксплуатационных условий. 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 автоматизации, гарантирующей звуковой и световой сигналы при снижении минимально заданной дозы, счетчиками времени наработки ламп и индикаторами их исправности.

Таким образом, для обеспечения эпидемиологической безопасности необходимо хлорирование по крайней мере на вторичном этапе обеззараживания воды. Но и при таком выводе эксплуатирующие службы иногда пытаются найти более «безопасный» для них способ. Последнее время многих привлекает гипохлорит натрия (ГХН). Его использование в некоторых схемах процесса обеззараживания воды обосновывается тем, что он не горюч и не взрывоопасен, поэтому применяемое при его использовании оборудование для обеспечения процесса обеззараживания на станциях водоподготовки сегодня не относится к категории промышленно опасного и поднадзорного Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору.

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. Во-первых, требуются дополнительные мероприятия и по предотвращению кальцинации арматуры, особенно точек ввода — инжекторов и диффузоров. Это то, что касается промышленной безопасности. Кроме того, замена газообразного хлора гипохлоритом натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригалометанов (ТГМ). Ухудшение качества воды при применении гипохлорита связано с тем, что процесс образования ТГМ растянут во времени до нескольких часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем больше рН.

Существенные недостатки гипохлорита выявились на Мосводоканале [4], где в практике водоснабжения используют 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.

Заметим, что существующие в настоящее время мощности производства концентрированного гипохлорита натрия в европейской части России не обеспечивают перспективные потребности Мосводоканала в объеме около 50 тыс. куб. м в год. А электролизные установки отечественного производства небольшой производительности для получения низкоконцентрированных растворов гипохлорита натрия имеют ограниченное применение и недостаточный опыт эксплуатации (г. Иваново и г. Шарья Костромской области). Следует также отметить, что сдерживающим фактором применения гипохлорита натрия (как марки А, так и марки Э) на крупных водопроводных станциях является недостаточная изученность таких его свойств, как степень эффективности обеззараживания воды и способность данного реагента обеспечивать длительное последствие в протяженных распределительных сетях. Заметим также, что в случае применения как товарного, так и низкоконцентрированного гипохлорита натрия возрастают затраты на обеззараживание воды, связанные с организацией непрофильного для водоканала химического производства со всеми его издержками, что в свою очередь приводит к увеличению себестоимости очистки воды.

Именно все эти недостатки являются сдерживающим фактором использования гипохлорита в Европе, где его используют в основном в небольших поселках на водоочистных станциях небольшой производительности, в малых бассейнах (гостиницы, санатории). А надежные автоматические хлораторы, использующие чистый хлор, обеспечивают безопасное как с технической, так и с эпидемиологической точки зрения обеззараживание воды на крупных водоочистных станциях и больших плавательных и водно-развлекательных комплексах, что определило преимущественное применение хлор-газа как основного дезинфектанта в Европе и США.

Для обеспечения надежности систем водоснабжения российские производители разработали и выпускают оборудование мирового уровня с высокой степенью надежности (НПО «Лит», ФСП «Кравт», «Московские озонаторы», ООО «ОРВТ», «Экотон» и др.), современные химические реагенты («Аурат» и др.), осуществляют научно-исследовательские и проектные разработки, обеспечивающие создание технологий качественной очистки воды, отвечающей современным санитарным нормам (НИИ КВОВ, НИИ Водгео, Во-

доканалпроект и др.). Поэтому при модернизации традиционных систем водоснабжения и строительстве новых объектов не имеет никакого смысла устанавливать дорогое зарубежное оборудование» и технологии, которые не учитывают особенностей отечественных водоемов и практики эксплуатации таких объектов.

В настоящее время одним из самых проблемных вопросов водоснабжения в нашей стране являются системы водоподготовки для сельской местности, где до сегодняшнего дня, как правило, отсутствуют и необходимые технические средства, и квалифицированные специалисты. Проблема эта решается внедрением компактного автоматического модуля.

Такой автоматический модуль (рис. 3) состоит из автоматического фильтра, заполненного тремя слоями песка с различной грануляцией и слоем активированного угля, системы автоматического дозирования флокулянта, системы автоматического дозирования гипохлорита. Система автоматического дозирования гипохлорита представляет собой насос-дозатор, снабженный контроллером, обеспечивающим пропорциональное дозирование реагента в соответствии с сигналом, подаваемым от импульсного расходомера воды. Дозирование флокулянта происходит с помощью насос-дозатора по заданной контроллером программе. Очистка фильтров производится автоматически по постоянной заданной схеме.

А. Б. КОЖЕВНИКОВ, к. т. н., ФСП «КРАВТ»;
О. П. ПЕТРОСЯН, к. ф.-м. н., МГТУ им. Баумана

Литература:

1. Феофанов Ю. А. Проблемы и задачи в сфере обеспечения населения питьевой водой // *Вода и экология*. 1999, № 1.
2. Драгинский В. Л., Алексеева Л. П., Моисеев А. В., Кутахин В. Ф., Стефанов С. И., Агафонов Ю. Н. Комплексный подход к решению технологической схемы очистки воды на Окском водозаборе Калуги // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2003, № 8.
3. Кожевников А. Б., Петросян О. П. Промышленная и эпидемиологическая безопасность при обеззараживании питьевой воды // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2005, № 5.
4. Подковыров В. П., Привен Е. М. Опыт МП «Мосводоканал» по реконструкции объектов, использующих жидкий хлор // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2004, № 8, ч. 1.

КОНТЕЙНЕР

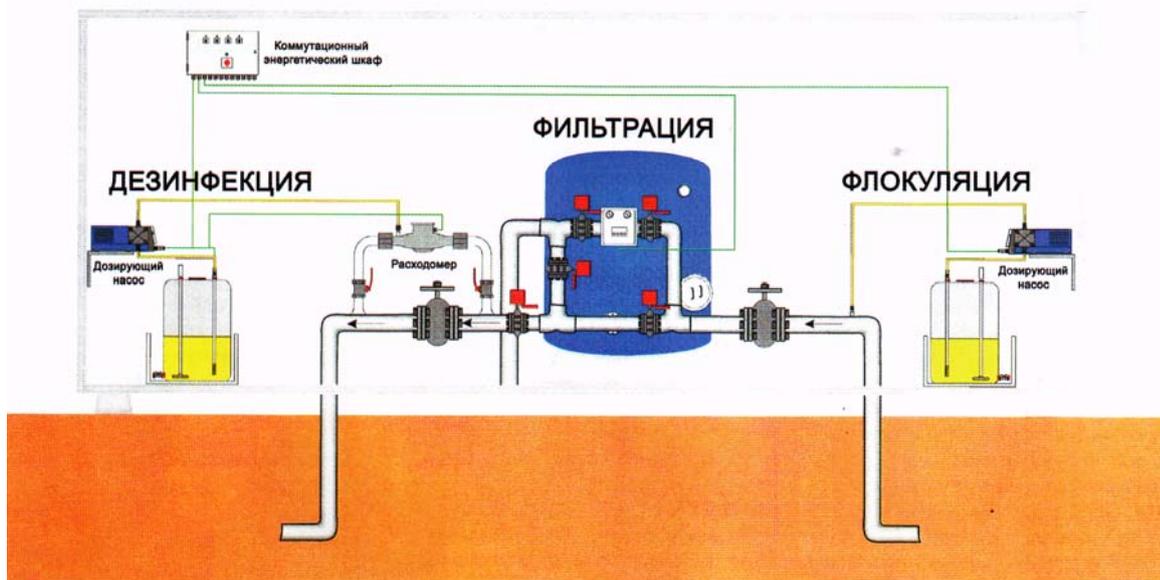


Рис. 3. Автоматический модуль для фильтрации и дезинфекции питьевой воды