

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЦЕССА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Кожевников А.Б., к.т.н., Петросян О.П., к.ф.-м.н.

ООО Фирменное специализированное предприятие «КРАВТ» г. Калуга, Россия

За последние 100 лет хлор стал практически универсальным средством для обработки питьевых и сточных вод.

Кроме главной функции – дезинфекции, благодаря уникальным окислительным свойствам и консервирующему эффекту последействия, хлор служит и другим целям: контролю за вкусовыми качествами и запахом, предотвращению роста водорослей, поддержанию в чистоте фильтров, удалению железа и марганца, разрушению сероводорода, обесцвечиванию и т.п. В этом смысле ни одно из альтернативных хлору средств не может сравниться с ним по универсальности и простоте применения.

В последнее десятилетие в России активно обсуждается вопрос повышения эффективности очистки и обеззараживания воды и применения для этого новых технологических схем. 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. Эти 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 существующей практике обеззараживания питьевой воды хлорирование используется наиболее часто как наиболее экономичный и эффективный метод в сравнении с любыми другими известными методами. В США 98,6 % воды (подавляющее количество) подвергается хлорированию. Аналогичная картина имеет место и в России, и в других странах, т.е. в мире в 99 из 100 случаев для дезинфекции используют либо чистый хлор, либо хлорсодержащие продукты. В США для этих целей в среднем в год используют около 500 тыс. тонн хлора, в России – до 100 тыс.тонн. 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 последействия. ***Все остальные методы обеззараживания воды, в т.ч. и промышленно применяемые в настоящее***

время озонирование и УФ-облучение не обеспечивают обеззараживающего последействия и поэтому требуют хлорирования на одной из стадий водоподготовки.

Имеющиеся в России системы озонирования и УФ-облучения питьевой воды работают совместно с оборудованием для хлорирования. Заметим, что все преимущества и недостатки различных способов хлорирования хорошо изучены ввиду широкого их использования, альтернативные же способы требуют осторожного применения вследствие недостаточной изученности влияния последствий их применения на здоровье человека.

Одним из существенных недостатков газообразного хлора считаются повышенные требования к его перевозке и хранению и потенциальный риск здоровью, связанный прежде всего с возможностью образования тригалометанов (ТГМ): хлороформа, дихлорбромметана, дибромхлорметана и бромоформа [1]. Образование тригалометанов обусловлено взаимодействием соединений активного хлора с органическими веществами природного происхождения. Замена газообразного хлора гипохлоритом натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования 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 выше pH. Поэтому наиболее рациональным методом уменьшения побочных продуктов хлорирования является снижение концентрации органических веществ на стадиях очистки воды до хлорирования. Это позволит уменьшить дозу хлора при обеззараживании и не превышать ПДК для побочных продуктов, которые установлены в пределах 0,06 – 0,2 мг/л и соответствуют современным научным представлениям о степени их опасности для здоровья. Научные исследования, проведенные в США о способности этих веществ вызывать рак, показали их безопасность в указанном выше диапазоне концентраций [1].

Уменьшение концентраций побочных продуктов хлорирования требует нестандартных решений очистки воды на первичном этапе водоподготовки. Одним из таких решений является технологическая схема с предварительным озонированием воды. Опыт ее применения позволяет сделать вывод, что при этом повышается качество очищенной воды по мутности, цветности, удаляются привкусы и запахи. Предварительное озонирование позволяет существенно уменьшить дозу коагуланта. Вместе с тем, несмотря на российский и зарубежный опыт применения озона в технологии водоподготовки, есть еще множество нерешенных проблем [2].

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 гидроксилированные 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 [2]:

- альдегиды – высоко биоразлагаемые вещества, и значительное их количество в воде повышает возможность биологического обрастаания трубопроводов и увеличивает опасность вторичного загрязнения воды микробиологическими компонентами;
- некоторые альдегиды обладают канцерогенной активностью и представляют опасность для здоровья людей;
- вследствие отсутствия эффекта последействия на второй ступени обеззараживания питьевой воды необходимо осуществлять хлорирование, а при этом образовавшиеся в воде альдегиды увеличивают опасность образования хлорорганических побочных продуктов типа хлорцианатхлоральгидрата.

Применение другого альтернативного дезинфектанта – УФ-облучения позволяет избавиться от побочных продуктов обеззараживания, что является его несомненным достоинством. Но на сегодня его промышленное применение 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 УФ-системам и месту их расположения в технологической схеме водоподготовки. С этой целью выпущены соответствующие методические указания, в которых 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 [3].

Вместе с тем в методических указаниях отмечается, что УФ-облучение обеспечивает заданный бактерицидный и вирулицидный эффект лишь при соблюдении всех установленных эксплуатационных условий. Поэтому одним из важнейших вопросов применение этого метода является создание гарантий его надежности. С этой целью система должна быть снабжена датчиками измерения интенсивности УФ-облучения в камере обеззараживания, системой автоматики, гарантирующей звуковой и световой сигналы при снижении минимальной заданной дозы, счетчиков времени наработки ламп и индикаторов их исправности. Кроме того, для

выполнения условий труда и безопасности здоровья обслуживающего персонала необходимо контролировать концентрацию озона в воздухе помещения, где расположена УФ-установка, соблюдать правильность хранения УФ-ламп, выполнять правила безопасности указанные в документах на применяемый тип УФ-установки.

Неоспоримое достоинство хлора - *эффект последействия*, позволяет утверждать, что *хлорирование обязательно, если вода направляется в разводящую сеть*, а это мы имеем в подавляющем большинстве схем водоподготовки. И так как применение хлора неизменно в таких случаях, необходимо позаботиться об уменьшении количества образующихся при его использовании побочных продуктов, вредных для здоровья человека. Это требует, с одной стороны, подумать о возможностях *снижения концентраций в воде органических веществ природного происхождения до хлорирования*, а с другой – *снижения до допустимого минимума дозы вводимого в воду хлора и контроля дозы хлора*, что обеспечивается системой автоматического регулирования расхода хлора (САР-РХ) [4].

САР-РХ выпускается фирменным специализированным предприятием «КРАВТ» и представляет собой систему, состоящую из: анализатора содержания хлора в воде (АСХВ); электромеханического дозирующего вентиля (ЭМДВ); блока электропитания.

АСХВ – это датчик, действующий на основе амперометрического метода, обеспечивающий непрерывный контроль активного хлора в воде, что и позволяет перейти от ручного дозирования хлора к автоматическому. Электронный блок АСХВ осуществляет настройку и формирование унифицированного электрического сигнала для управления ЭМДВ (рис.1,2).

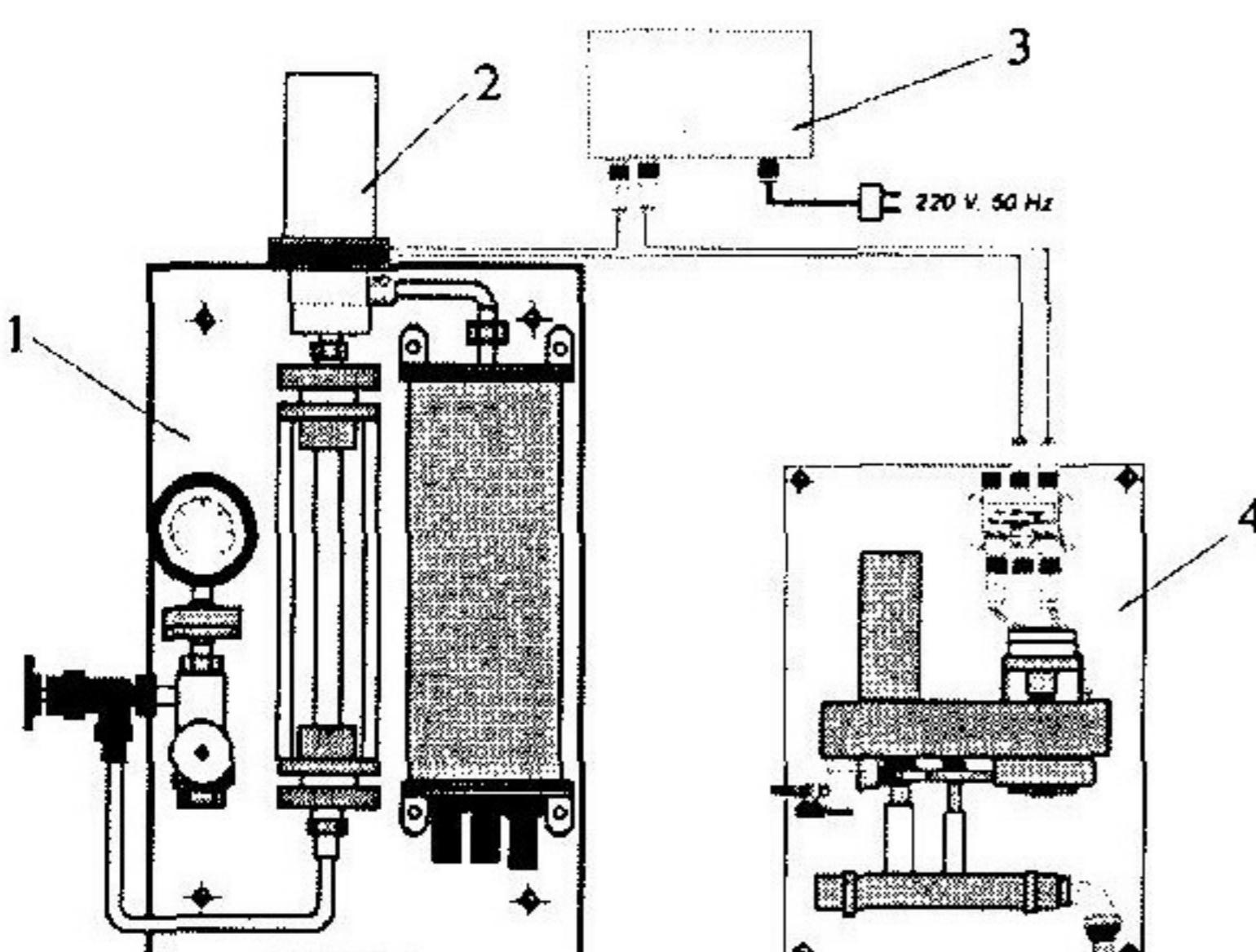


Рис. 1. Хлоратор AXB-1000/P с САР-РХ

1 – хлоратор AXB-1000/P;
2 – ЭМДВ;
3 – блок питания; 4 – АСХВ.

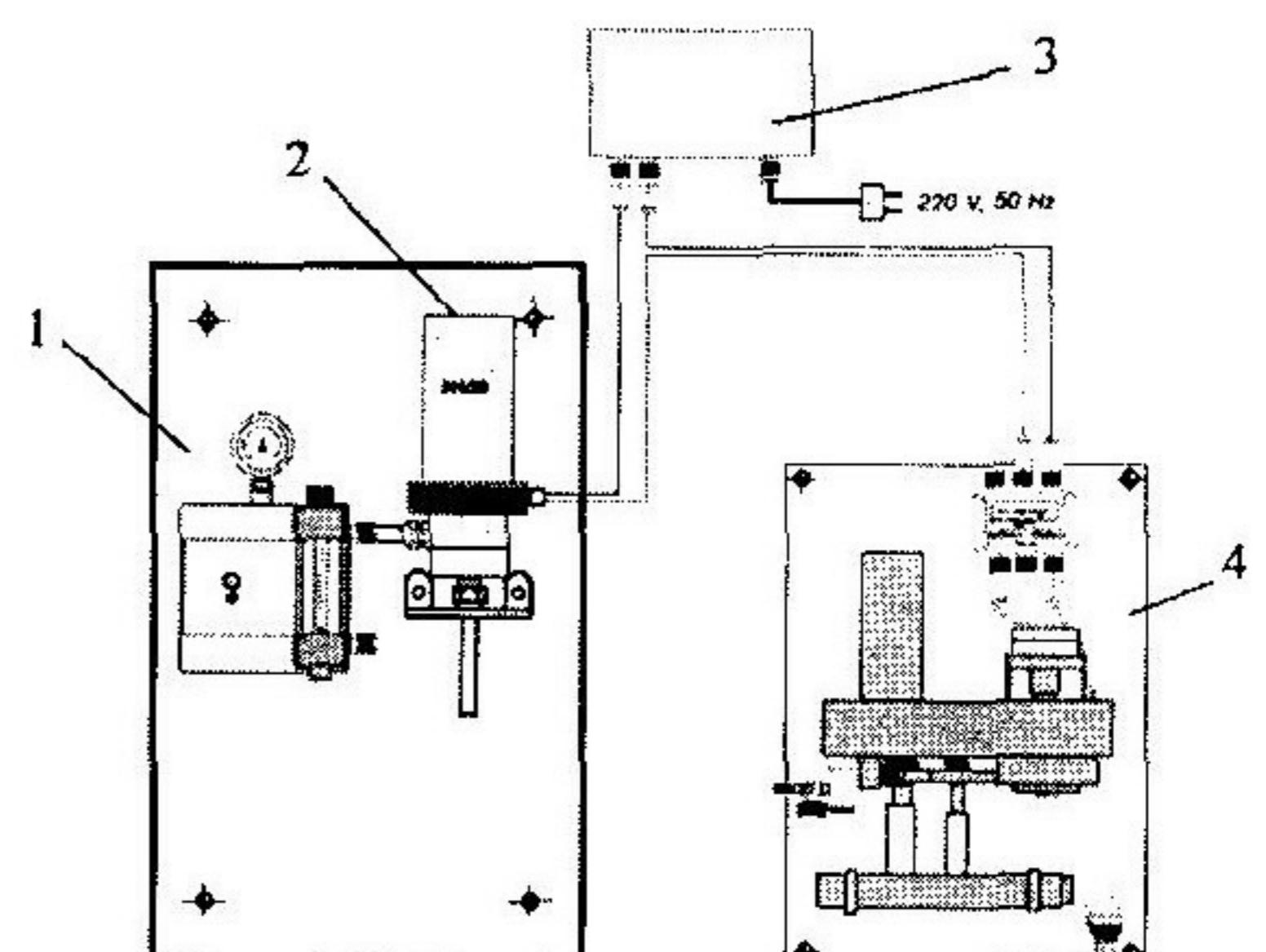


Рис. 2. Хлоратор AXB-1000/E с САР-РХ

1 – хлоратор AXB-1000/E;
2 – ЭМДВ;
3 – блок питания; 4 – АСХВ.

ЭМДВ адаптирован к конструкции и техническим характеристикам модельного ряда хлораторов АХВ-1000 [4], производством которых уже более 14 лет занимается ФСП «КРАВТ».

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы.

Неоспоримым достоинством УФ-облучения является то, что этот способ обеззараживания *не образует побочных продуктов*, 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.

Неоспоримых достоинств у озона как дезинфектанта нет. Однако не следует быть категоричным к его применению. Но, решаясь на этот шаг, всегда необходимо помнить, что *озон имеет очень высокую химическую активность, и не всегда эта активность приводит к желаемым результатам.* Поэтому говорить о нем как об экологически безопасном средстве по крайней мере не корректно.

Обработка воды хлором и его соединениями основана на способности свободного хлора угнетать ферментные системы микробов, катализирующие окислительно-восстановительные процессы. Причем хлор вводят с избытком с целью уничтожения микробов, попадающих в воду после ее хлорирования, т.к. **на сегодня хлор – единственный дезинфектант, обладающий эффектом последействия, поэтому его применение неизбежно, если питьевая вода направляется в разводящую сеть.**

Список литературы

1. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения // Вода и экология. 2003, №1
2. Кожевников А.Б., Петросян О.П. Для тех кому не нравится хлор // Стройпрофиль. 2004, №4/1
3. Новиков Ю.В., Цыплакова Г.В. и др. Санитарно-эпидемиологический надзор за применением УФ-излучения в подготовке питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 1998, №12
4. Антонюк Л.П., Кожевников А.Б., Петросян О.П. Модельный ряд хлораторов АХВ-1000 // 6-й Международный конгресс и техническая выставка «Вода: экология и технология». ЭКВАТЭК-2004.1- 4 июня 2004 г.