

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОРРЕКЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Ленивкин В.В., Горелов Г.И.

Самарский государственный технический университет;
Самарский государственный университет, г. Самара

Как для водопроводов с речным водозабором, так и для артезианских скважин возможны "нештатные" ситуации резкого повышения бактериальной загрязнённости питьевой воды, например, паводковыми водами или аварийными сбросами промышленных или животноводческих предприятий. В таких случаях необходимы мероприятия по дополнительной дезинфекции водопроводной воды [1,2].

Учитывая тот факт, что расход собственно питьевой воды колеблется в пределах 3 - 5 литров в сутки на человека, представляет интерес разработка устройств для дополнительной дезинфекции (обеззараживания) воды как в домашних условиях, так и в условиях учреждений различного профиля.

Просты по конструкции и удобны в эксплуатации устройства для дезинфекции питьевой воды ионами серебра [3]. Их принцип действия основан на дозированном растворении серебряного анода при пропускании постоянного электрического тока через обрабатываемую воду. Установки для "серебрения" воды могут быть изготовлены практически на любую производительность - как для индивидуального пользования (производительность 1 - 10 л/ч), так и для коллективного пользования (производительность до 10 м³/ч). Серебряная вода, приготовляемая электролитическим растворением металлического серебра, обладает высокими бактерицидными свойствами и с успехом может применяться для обеззараживания и консервирования питьевой воды, продуктов питания и пр. При введении 1 мг/л серебра в природную речную воду, заражённую большими дозами кишечной палочки, возбудителей дизентерии, брюшного тифа, стафилококка, стрептококка и другие, полное обеззараживание воды наступает через 1 - 2 часа и сохраняется в течение многих дней. В отличие от способа дезинфекции воды хлорсодержащими реагентами, вводимые в обработанную ионами серебра воду бактерии и вирусы погибают [3], в то время как в воде, обрабатывавшейся хлором, через несколько дней могут размножиться болезнетворные микроорганизмы.

Способ дезинфекции воды ионами серебра весьма экономичен, так как для надёжной дезинфекции и стерилизации воды требуется концентрация серебра от 1 до 5 мг/л. Установка для электролитического серебрения воды, потребляя 1 Вт·ч энергии, растворяет за один час работы

3 г серебра, которого достаточно для обработки 3 - 10 м³/ч воды. Поскольку растворение серебряного анода происходит при низких рабочих напряжениях ($U_{\text{раб.}} = 2 \div 12$ В), установки для серебрения воды совершенно безопасны при любых условиях эксплуатации, а в случае непредвиденной передозировки ионов серебра, получающиеся растворы совершенно безопасны в химическом отношении и нетоксичны.

Доза серебра в 0,05 мг/л обеспечивает получение пригодной для питья воды через 2 - 3 часа после обработки при содержании в исходной воде бактерий кишечной палочки концентрацией до 50 000 особ./мл. Длительное (в течение нескольких лет !) употребление воды, содержащей до 0,05 мг/л серебра не вызывает каких-либо побочных эффектов [3,4].

Таким образом, проблема создания надёжных в эксплуатации и технологичных в изготовлении устройств для коррекции микроэлементного состава воды, в частности, устройств для дозированного введения ионов серебра, является актуальной и социально значимой, так как она способствует укреплению здоровья населения и позволяет снизить расходы на лечение и профилактику вирусных, грибковых и желудочно-кишечных заболеваний.

Основным узлом устройства для серебрения воды является электродозирующее устройство и серебряные электроды. Электродозирующее устройство предназначено для обеспечения стабильной величины силы тока, так как масса анодно растворяющегося металла по закону Фарадея пропорциональна количеству прошедшего электричества [5,6].

В широком диапазоне солевого состава воды количество серебра A (мг), растворяющегося в воде в результате электролиза, можно определить по формуле $A = 0,8 K \cdot I \cdot \Delta t$, где K - электрохимический эквивалент серебра, равный $1,118 \text{ мг/Кл} = 1,118 \text{ мг/(А}\cdot\text{ч)}$, I - сила тока, проходящего через устройство, в амперах, Δt - время электролиза в секундах.

По литературным данным [3, 6], оптимальным расстоянием между серебряными электродами является величина 5 - 12 мм, напряжение на электродах 3 - 12 В. Процесс растворения серебра облегчается при периодической смене полярности электродов через каждые 3 - 5 минут и слабое перемешивание жидкости вокруг электродов.

В зависимости от назначения электролитических растворов серебра, электроды изготавливаются либо из серебра марки Ср 999,9, либо марки Ср 875,0. При использовании ионаторов в медицине, пищевой промышленности или в быту, применяют электроды из серебра Ср 999,9 (при концентрациях более 1 мг/л), а для обеззараживания питьевой и минеральной воды дозами, не превышающими 0,5 мг/л, можно пользоваться электродами из серебра Ср 875,0. В процессе эксплуатации срабатыва-

ется не более 80 % металла, что необходимо учитывать при оценке ресурса работы устройства.

Для отработки режимов серебрения питьевой воды в бытовых условиях был изготовлен опытный образец ионатора производительностью по обработанной воде в непрерывном режиме до 50 л/час при концентрации серебра в обрабатываемой воде 1 мг/л, а при концентрации серебра в обрабатываемой воде равной 0,05 мг/л, производительность устройства до 1000 л/ч.

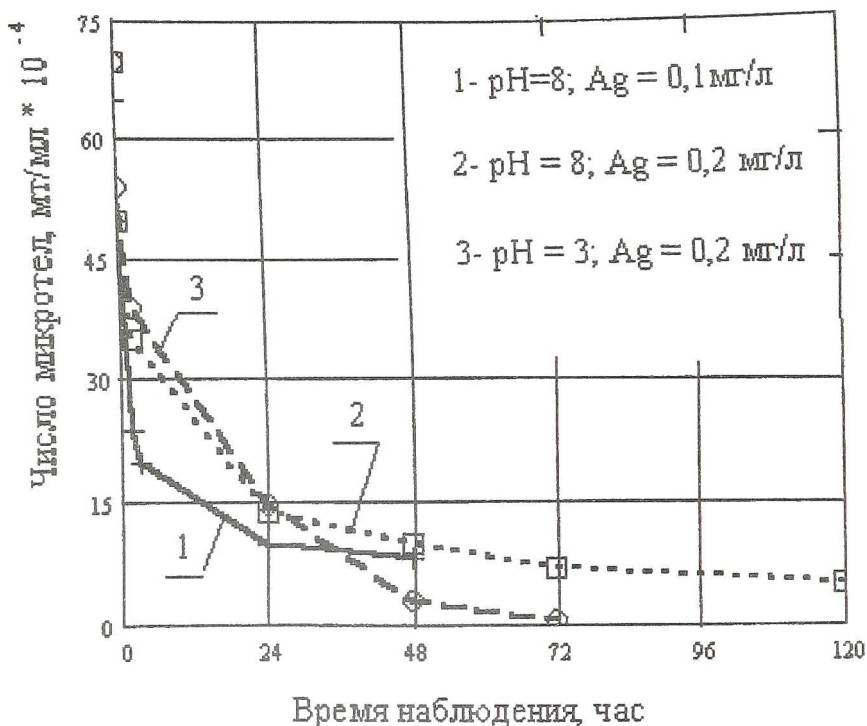
Электроды ионатора изготовлены из листового электролитического серебра чистотой не менее 99,9 % . Площадь рабочей поверхности электродов (погружаемой в воду) составляет около 5 см² , а расстояние между электродами \approx 12 мм. Питание ионатора осуществлялось от стандартного многопредельного блока питания для бытовой транзисторной радиоаппаратуры ($U_{\text{вых.}} = 3 \div 12$ В с переключением полярности выходного напряжения).

Электроды ионатора, стандартный радиотехнический низковольтный разъём монтировались на крышке из электроизоляционного материала .Во избежание случайного касания электродов друг о друга , они в нижней части снабжались дистанционной диэлектрической проставкой .

Исследование вольт-амперной характеристики ионатора показало, что при задании напряжение на электродах от 3 до 12 В производительность по обработанной воде изменяется от 16 до 130 л/ч при дозе серебра в воде равной 1 мг/л. При этом серебра растворяется от 16 до 130 мг/ч. Масса двух электродов из серебра составляет около 17 г, и при 80% срабатывании электродов ресурс установки составит 13000 литров воды при концентрации серебра в 1 мг/л или не менее трех лет при ежедневном потреблении воды 10 л/сутки и дозе 1 мг/л, а при дозе 0,05 мг/л -260000 литров.

Проба воды, взятая из устья р. Самара на бактериологическое исследование прошла обработку с применением устройства для коррекции микроэлементного состава воды (обработка воды ионами серебра). Анализ результатов лабораторного исследования проб воды на колииндекс показал, что речная вода, не обработанная хлором, после обработки дозой серебра 1 мг/л становится по микробиологическим показателям соответствующей ГОСТ 2574 - 82 " Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством".

Результаты микробиологического исследования эффективности обеззараживающего действия ионов серебра в различных концентрациях и при различных значениях рН (величина рН изменялась с помощью



электролиза в диафрагменном электролизере) приведены на рисунке. В экспериментах бралась дистиллированная вода, в которую в качестве контрольного показателя патогенных микроорганизмов вносилась *Salmonella enteritidis* в концентрации $5 \cdot 10^5$ микробных тел в 1 миллилитре (мг/мл) - минимальная инфицирующая доза, способная вызвать острое кишечное заболевание у человека. Выбор микроорганизма *Salmonella enteritidis* для проведения опытов был сделан из следующих соображений: 1) микроорганизм имеет широкое распространение в окружающей среде; 2) является типичным представителем патогенных микроорганизмов; 3) обладает наибольшей устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды; 4) исследования на *Salmonella enteritidis* регламентированы всеми основными руководящими документами по бактериологическим исследованиям воды [1]. Использовался бактериологический метод посевов на дифференциально-селективные питательные среды через определённые временные интервалы.

Анализ результатов микробиологического исследования эффективности обеззараживающего действия ионов серебра показал, что обез-

зараживающий эффект серебра выражен гораздо сильнее в воде, обладающей кислотными свойствами (анолит), чем в воде с нейтральной реакцией.

Таким образом, вода, обработанная в устройстве для серебрения ионами серебра, обладает высокими бактерицидными свойствами, а устройство для её активации и серебрения имеет простую конструкцию, малый вес и габариты, малое энергопотребление, возможность работы от автономных источников питания, низкую стоимость.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.559-96 « Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы. - М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 1996. - 96с.
2. ГОСТ 2874 - 82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. - М.: Изд-во стандартов.
3. Теоретические основы и технология кондиционирования воды / Кульский Л.А. – 3 изд. Перераб. И доп. – Киев: Наук. Думка, 1980.- 564 с.
4. Беспамятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. –Л.: Химия, 1985. – 528 с.
5. Подобаев Н.И. Электрохимия.- М.: Просвещение, 1977. - 152 с.
6. Эрдей – Груз Т. Химические источники энергии /пер. с нем., под ред. к.х.н. Ю.А. Метизова. – М.: Мир, 1974.- 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ленивкин В.В., Горелов Г.И.

Самарский государственный технический университет;
Самарский государственный университет, г. Самара

Приемлемые санитарно-гигиенические характеристики питьевой воды [1,2] при допустимых уровнях энергопотребления могут быть получены электролизом воды с использованием полупроницаемой (например, тканевой) диафрагмы, что является одним из вариантов процесса электродиализа [3, 4]. При напряжении на электродах электролизера большим,