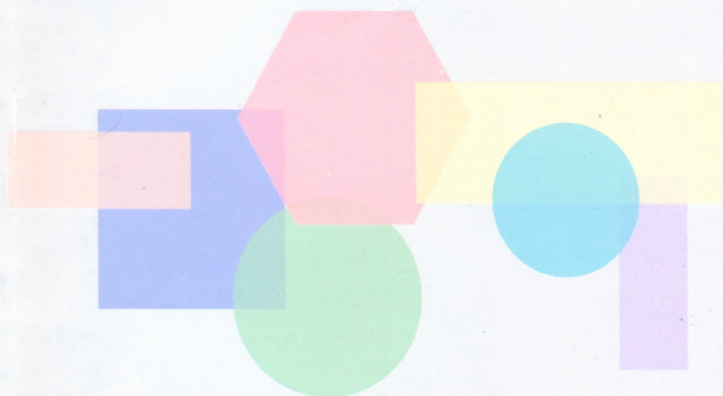


**Новейшие научные
технологии и практика**

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ



СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ 2009

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**БОРЬБА С МИКРОБАМИ В ВОДОПОДГОТОВКЕ И МЕДИЦИНЕ:
ДВЕ СТОРОНЫ ОДНОЙ ПРОБЛЕМЫ** 68

БАХИР В.М.

МОЖНО ЛИ В РОССИИ ОСТАНОВИТЬ ПРОТИВНИКОВ ХЛОРА? 82

КОЖЕВНИКОВ А.Б., ПЕТРОСЯН О.П., БАРАНОВ А.А.

**ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫМ
ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ: ОТ ДИСКУССИИ К ВНЕДРЕНИЮ** 97

ФЕСЕНКО Л.Н., ИГНАТЕНКО С.И.

**АЛЬТЕРНАТИВА ХЛОРУ И ГХН В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ -
НОВЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ
ДЕЗИНФЕКТАНТ "ДИОКСИД ХЛОРА И ХЛОР"** 104

ВЕСЕЛОВСКАЯ Т.Г., ЛАСЫЧЕНКОВ Ю.Я., АНТЮФЕЕВ М.А.

ТЕХНОЛОГИИ

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ 116

КОСТЮЧЕНКО С.В., ЗАЙЦЕВА С.Г., ПЕТРОВА О.Н.

**СТАНЦИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ
МЕМБРАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ УСТАНОВОК** 130

БАРАНОВ С.В.

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

**КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПИТЬЕВЫХ ВОД
С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТА И УЛЬТРАЗВУКА** 138

ЖУРБА М.Г., УЛЬЯНОВ А.Н.

СТРАНИЦА ЮРИСТА

ПРАВОВАЯ ПОДДЕРЖКА 144



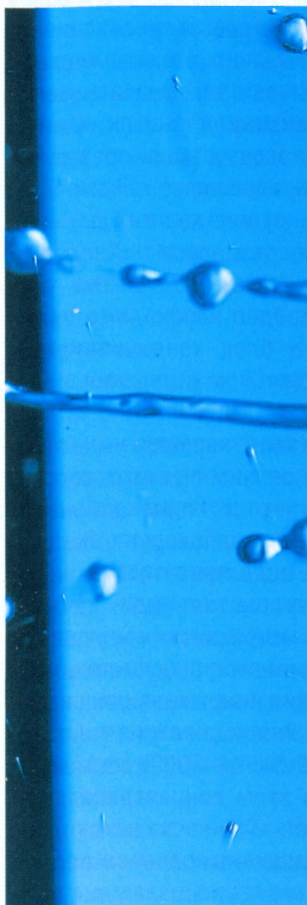
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫМ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ: ОТ ДИСКУССИЙ К ВНЕДРЕНИЮ



Фесенко Л.Н.

Фесенко Л.Н.,
д. т. н., профессор,

Игнатенко С.И.,
к. т. н.,
ООО НПП «ЭКОФЕС», г. Новочеркасск



Обработка воды жидким хлором отживает свой век. Наиболее безопасным, малотоксичным и простым в эксплуатации является низкоконцентрированный гипохлорит натрия, получаемый на месте потребления путем электролиза раствора поваренной соли. На гипохлоритные технологии обеззараживания воды уже перешли (или переходят) крупнейшие в России водопроводные станции в Москве, Санкт-Петербурге, Уфе и других городах. С декабря 2008 г. этот метод стали применять и на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону. Для этого была построена вторая в России по мощности после Санкт-Петербурга электролизная станция производительностью 1000 кг эквивалентного хлора в сутки. Московский, петербургский и уфимский Водоканалы заказывали технологию, строительство и монтаж установок известным иностранным фирмам «Wallace and Tiernan», «Newtec Umweittechnik GmbH». Ростовский Водоканал, предварительно ознакомившись с работой установок зарубежных и российских производителей, принял решение обратиться к отечественному исполнителю — ООО НПП «ЭКОФЕС» (г. Новочеркасск, Ростовской области).

Непрекращающееся негативное воздействие промышленных производств на окружающую среду привело к росту обеспокоенности в правительственных кругах, научном сообществе и природоохранных органах многих стран, в том числе и России.

Решение экологических проблем мегаполиса, в числе которых и обеспечение гарантированного водоснабжения, связано с чрезмерной сосредоточенностью населения, промышленности и транспорта на относительно небольших территориях. Дискуссии о проблемах, связанных с обеспечением экологической безопасности производства питьевой воды при обеззараживании её газообразным хлором, уже перешли в стадию принятия неотложных решений во многих Водоканалах. Именно желание отказаться от опасного реагента побуждает руководителей Водоканалов переходить на использование гипохлорита, что позволит





ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство, обеспечить экологическую и технологическую безопасность производства питьевой воды, исключить риски, связанные с применением жидкого хлора.

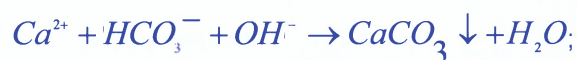
Первым в мире мегаполисом, полностью отказавшимся от использования жидкого хлора для обеззараживания воды, стал Санкт-Петербург. Последний баллон с ядовитым веществом был вывезен с территории Северной водопроводной станции 27 июня 2009 г.

Разумеется, переоборудование хлораторных потребует некоторых затрат. С другой стороны, хранение огромных запасов жидкого хлора в городской черте может привести к чрезвычайным ситуациям и затра-

ты на ликвидацию их последствий могут оказаться значительно больше.

Опыт эксплуатации электролизных установок показывает, что основная проблема надежности их работы связана с образованием отложений карбоната кальция на поверхности катодов электролизера. Это приводит к нештатному режиму электролиза, перегреву и деформации электродной системы, разрушению оксидно-рутениевого покрытия анодов [1].

Образование осадка CaCO_3 , как известно, связано с наличием ионов кальция и гидрокарбоната в воде, используемой для приготовления солевых растворов. В щелочном прикатодном пространстве свободная углекислота и ионы гидрокарбоната переходят в карбонат с последующим образованием CaCO_3 по реакциям:



Применяемый на практике метод ликвидации карбонатных отложений путем периодической промывки электродной системы 3–5-процентным раствором соляной кислоты не всегда экономически оправдан, особенно для водоисточников, характеризующихся повышенной карбонатной жесткостью (до 4–5 и более ммоль/л). Кислотная промывка требует частых остановок электролизера и значительного расхода кислоты (0,15–0,3 л соляной кислоты на 1 кг вырабатываемого хлора). Так, для электролизных установок «Санер» (г. Подольск) инструкция по эксплуатации предусматривает кислотную очистку катодов через каждые 9–18 часов работы (в зависимости от жесткости воды).

Практика эксплуатации установок «Хлорэфс» (ООО НПП «ЭКОФЕС») показала, что помимо узла кислотной промывки электродов необходимо включать в состав установки и блок кондиционирования воды, используемой для приготовления солевых растворов.

Интенсивность образования карбонатных отложений зависит не только от химического состава воды (концентрации кальция и гидрокарбоната), но и от качества используемой поваренной соли. Как правило, в природной воде присутствует кальций. Значительные количества хлорида кальция содержит поваренная соль астраханских и украинских месторождений. Экспериментально установлено, что приращение концентрации ионов кальция в насыщенном (280 г/л) растворе хлорида натрия («Артем-соль», первый сорт, ГОСТ Р 51574–2000) составляет от 30 до 45 ммоль/л. При этом концентрация гидрокарбоната практически не менялась: в исходной воде — 4,1 ммоль/л, в насыщенном солевом растворе — 4,15 ммоль/л.

На электролизных установках «Хлорэфс» Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону используется соль первого сорта (производство ГПО «Артемсоль»). При этом концентрация иона кальция в насыщенном растворе хлорида натрия возрастает с 3,1 ммоль/л (водопроводная вода) до 21 ммоль/л.

Для предотвращения катодных отложений необходимо удалить из воды ионы кальция и (или) гидрокарбоната. Известные компании «Newtec» и «Wallase and Tiernap» для удаления катионов жесткости из воды, идущей на приготовление насыщенного (30-процентного) и рабочего (3-процентного) растворов соли, комплектуют электролизные установки *Na*-катионитовыми фильтрами. Однако этот прием теряет всякий смысл из-за вторичного насыщения воды кальцием вследствие низкого качества используемой поваренной соли. Именно поэтому иностранные фирмы считают обязательным не только применение глубоко умягченной воды (содержание ионов кальция не более 0,3 ммоль/л), но и использование соли марки «экстра» — или, в крайнем случае, высшего качества. Растворы таких солей не содержат вообще (соль «Полесье» производства ОАО «Мозырь-соль» марки «экстра») или содержат в минимальном количестве (соль производства ОАО «ИЛЕЦКСОЛЬ» высшего сорта) ионы кальция и магния, что, в свою очередь, удорожает солепотребление в 2,5–3,5 раза. Поэтому отечественные производители, использующие в основном соль первого или даже второго сортов применяют кислотную промывку катодов по мере их зарастания. Для малых Водоканалов это еще приемлемо, а для средних и больших — сомнительно, так как электроды зарастают в считанные часы.

Это обстоятельство и предопределило использование отечественных электролизных установок для сравнительно малых объектов, в то же время как опасность использования жидкого хлора характерна для наиболее крупных водоочистных станций.

На Северной и Южной водопроводных станциях Санкт-Петербурга, где используются установки «Newtec», применяют илецкую соль высшего качества (массовая доля кальция не более 0,35 % или 1,75 ммоль/л). При этом проводится *Na*-катионирование невской воды. Однако технология *Na*-катионирования требует дополнительного потребления воды и соли на регенерацию *Na*-фильтров. Возникает и проблема сброса (или утилизации) отработанных высококонцентрированных хлоридно-кальциевых регенерационных растворов, а также необходимость дополнительного использования (и последующего сброса) водопроводной воды на взрыхление и отмывку катионита.

Специалисты НПП «ЭКОФЕС» решают проблему использования низкокачественной (и дешевой) соли методом декарбонизации растворов, т. е. удалением

осадкообразующего иона гидрокарбоната путем подкисления воды до $pH = 3,8–4,2$ с переводом иона HCO_3^- в свободную двуокись углерода и последующей отдувкой её в барботажном дегазаторе.

Такая технология подготовки солевых растворов была реализована на электролизной станции очистных сооружений Центрального водопровода (ОСВ-1) г. Ростова-на-Дону и подтвердила свою эффективность и надежность.

Приготовление рабочего 3-процентного раствора соли осуществляется по следующей схеме: насыщенный солевой раствор готовится на водопроводной воде (концентрация ионов Ca^{2+} при этом достигает 19–22 ммоль/л), затем насосом-дозатором подается в трубопровод водопроводной воды с доведением концентрации *NaCl* до 3 %. В тот же трубопровод дозируется 5-процентная соляная кислота для доведения величины pH до значений 4,0–4,5. Подкисленный рабочий 3-процентный солевой раствор подается в декарбонизатор (барботажный дегазатор), где свободная двуокись углерода отдувается воздухом с удельным расходом 15 м³/м³ дегазируемой воды. Концентрация свободной двуокиси углерода в течение 10–15-минутной дегазации снижается со 150–170 мг/л до 8–12 мг/л. Содержание гидрокарбоната на выходе из дегазатора составляет от 0 до 0,15–0,20 ммоль/л. Дегазированный и декарбонизированный солевой раствор направляется на электролизные установки.

В электролизных установках ОСВ-1 (три рабочих по 250 кг/сут. эквивалентного хлора и одна резервная) предусмотрена и периодическая промывка 5-процентной соляной кислотой (1 раз через каждые 100 часов работы в автоматическом режиме). Об эффективности кислотной декарбонизации воды свидетельствует тот факт, что за 10 месяцев работы электролизера концентрация соляной кислоты в промывной емкости снизилась с 6,8 до 5,1 %, т. е. всего на 1,7 %. При этом общая жесткость в растворе соляной кислоты была равна 280 ммоль/л, из которых 110 ммоль/л составлял Ca^{2+} и 170 ммоль/л — Mg^{2+} . Понятно, что полная нейтрализация соляной кислоты с последующей её заменой в промывной емкости (250 литров) будет проводиться один раз в 2,0–2,5 года. В настоящее время принято решение производить кислотную промывку через каждые 250 часов работы электролизера.

К преимуществам кислотной декарбонизации в сравнении с *Na*-катионированием следует отнести и отсутствие каких-либо отходов и сбросов, требующих удаления и переработки.

Некоторые исследователи в качестве недостатка при применении низкоконцентрированного гипохлорита натрия (по сравнению с жидким хлором) отмечают, что часть раствора соли не подвергается электролизу и попадает в питьевую воду, что приводит



Таблица 1

Концентрации ионов в исходной и обработанной воде, солевых растворов и гипохлорита натрия

Показатели	Места отбора проб					
	Донская вода	Водопроводная вода	Декарбонизированная вода	Насыщенный раствор NaCl	Рабочий раствор NaCl	Гипохлорит натрия
pH	8,17	7,93	4,37	8,01	4,37	9,15
Общая жесткость, ммоль/л	5,55	5,60	11,0	31,50	11,00	11,20
Ca ²⁺ , ммоль/л	2,95	3,00	8,50	21,00	8,50	8,50
Mg ²⁺ , ммоль/л	2,60	2,60	2,50	10,50	2,50	2,70
HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	3,45	3,40	0,15	2,70	0,15	0,00
Cl ⁻ , мг/л	127,50	135,00	19000,0	125000	19000,0	15300,0
NaCl, г/л	0,210	0,222	31,31	206,00	31,31	25,20
Cl _{акт} ⁻ , г/л	-	-0,00095	-	-	-	7,46
CO ₃ ²⁻ , мг/л	-	-	-	-	-	0,25

к увеличению содержания хлоридов в воде. В частности, указывается, что «производители гипохлорита не стремятся афишировать излишнее подсаживание воды с одновременным излишним её подщелачиванием, что обязательно сопровождается применением растворов гипохлорита натрия для обеззараживания воды» [2]. Однако такой вывод сформулирован без достаточных оснований. Так, например, можно подсчитать, что при суммарной дозе эквивалентного хлора 5 мг/л (5 г/м³) количество дозируемого 0,6-процентного (6 г/л) гипохлорита натрия на 1 м³ воды составит: 5 г/м³ × 1 м³:6 г/л=0,83 л.

При концентрации хлорида натрия в дозируемом растворе 2,8 % (28 г/л) и солесодержании обеззараживаемой воды 500 мг/л (500 г/м³), минерализация 1 м³ воды по хлориду натрия повысится на: 0,83 л × 28 г/л: 1 л = 23,2 г/м³ (23,2 мг/л), т. е. всего на 4,6 %.

Выводы об «излишнем подщелачивании» воды также не подтверждены никаким фактическим материалом. Величина pH низкоконцентрированного гипохлорита натрия находится в пределах 9-9,5 ед. pH (в отличие от технического гипохлорита марки А, у которого pH 12 и более). В этом случае гидратная щелочность равна [3]:

$$OH^- = K_w \cdot 10^{pH} \cdot \frac{1}{f_1} = 10^{-14} \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{0,9} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ ммоль/л}$$

или 0,17 мг/л,

$$(OH^- = K_w \cdot 10^{pH} \cdot \frac{1}{f_1} = 10^{-14} \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{0,9} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ ммоль/л})$$

или 0,17 мг/л)

где $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$ — ионное произведение воды при температуре 25°C;

$f_1=0,9$ — коэффициент активности иона OH⁻ при солесодержании 500 мг/л.

Т.е., возвращаясь к приведенному выше примеру, в 1 м³ воды с гипохлоритом натрия вносится всего 0,17 мг/л × 0,83 л = 0,14 мг ионов OH⁻, что практически никак не отразится на величине pH обрабатываемой воды (увеличится всего на 0,00007 ед. pH).

На ОСВ-1 постоянно проводится контроль технологического процесса электролиза (несмотря на его полную автоматизацию) с целью поиска наиболее эффективных параметров его проведения, в том числе и за показателями, которые «производители гипохлорита не стремятся афишировать».

В таблице представлены значения концентраций отдельных ионов и величин pH, которые изменяются при обработке донской воды гипохлоритом натрия (данные на 13–14 июля 2009 г.), а также технологические показатели солевых растворов (насыщенного и рабочего) и получаемого гипохлорита натрия.

Из таблицы следует, что после добавления гипохлорита натрия на первичное и вторичное хлорирование



величина pH и, соответственно, щелочность не увеличиваются, как это предполагалось в [2], но несколько снижаются, причем, безусловно, не из-за внесенного гипохлорита, а в результате обработки воды полиоксихлоридом алюминия «АКВА-АУРАТ[™] 10» (доза $Al_2(OH)_5Cl$ — 8 мг/л по оксиду алюминия). Минерализация воды, как и следовало ожидать, повысилась, но прирост концентрации $NaCl$ в донской воде с 210 до 222 мг/л (5,7 %) «излишним подсаливанием воды» назвать затруднительно. А настойчивое повторение в многочисленных публикациях В. М. Бахира о том, что применение гипохлорита (промышленного или получаемого на локальных установках) неизбежно приводит к значительному повышению электропроводности (минерализации) воды и, как следствие, к резкому ускорению коррозии; всегда повышает pH среды и тем самым активизирует рост микрофлоры в покрывающих трубы биопленках; превращает хлорноватистую кислоту в неактивный гипохлорит-ион и т. д. [2,4–7 и др.], однако же не сопровождается при этом никаким фактическим материалом, кроме как что все это «хорошо и давно известно» [2,4–7 и др.]. Реально же, как это и следует из приведенных в таблице данных, изменение pH и концентрации хлоридов в обеззараживаемой гипохлоритом воде менее ощутимы даже в сравнении с обычными сезонными колебаниями состава воды в водоисточнике.

Технологически получение хлорсодержащих растворов электролизом возможно двумя путями: с диафрагменным мембранным разделением межэлектродного пространства и без мембраны. В первом случае вырабатывается молекулярный хлор (в анодной камере), каустик и водород, во втором — гипохлорит натрия и водород. На рынке появляется все большее количество усиленно рекламируемых устройств мембранного типа, которые зачастую декларируются как «безопасная и экономичная альтернатива известным технологическим процессам синтеза хлора», «новый процесс в технологии электрохимических производств» и т. п., а производимый этими аппаратами продукт именуется как «смесь оксидантов», «анолит АНК», «электрохимически активированный антимикробный раствор», «более совершенный в технологическом и функциональном плане аналог хлорной воды» и т. д. [2,4 и др.]. Принципиально же все предлагаемые различными фирмами устройства для диафрагменного электролиза раствора поваренной соли ничем не отличаются от давно применяемых промышленных хлорных электролизеров, а генераторы «смеси оксидантов» не вырабатывают анолит, «раствор смеси оксидантов» или какой-либо другой продукт, который существенно отличается от хлора [8].

Рассматривая схему производства низкоконтентированного раствора гипохлорита натрия, В. М. Бахир отмечает, что: «газ, удаляемый из емкости с готовым раствором гипохлорита, вовсе не явля-

ется чистым водородом, но, напротив, взрывоопасной смесью водорода, хлора и кислорода». В той же статье приводятся и графики соотношения между формами соединений хлора в воде в зависимости от pH , из которых, однако, следует, что в растворе гипохлорита, имеющего значение pH 9,0–9,5, хлор в молекулярном (газообразном) виде существовать не может и, следовательно, выделяться из раствора в газовую фазу при таком pH . Генерирование хлор-газа является отличительной особенностью работы электролизных установок с диафрагмой, например типа АКВАХЛОР (ОАО «НПО ЭКРАН»), и которые поэтому требуют соответствующего соблюдения норм и правил хлорной безопасности, аналогичных при использовании жидкого хлора.

Другая проблема работы диафрагменных электролизеров — это сопутствующее производство каустической соды. Так установка АКВАХЛОР-500, помимо хлорной воды (500 г/ч по эквиваленту хлора), попутно вырабатывает и 4–5 л/ч раствора гидроксида натрия с концентрацией 150–170 г/л [4,5].

Производители установок АКВАХЛОР полагают, что щелочь «можно использовать в процессах коагуляционной очистки воды, для промывки фильтров или для продажи на фабрики первичной мойки шерсти, на нефтеперерабатывающие предприятия, на транспортные предприятия...». Однако это всего лишь пожелания, причем отдельные из них вызывают, по меньшей мере, удивление. Например: «В случае отсутствия возможности реализации раствора гидроксида натрия по указанным направлениям его можно вводить в воду сразу после насосной станции первого подъема или перед ней непосредственно в водозаборное устройство» [4]. Возникает вполне естественный вопрос, как же быть в таком случае (т. е. при «утилизации» каустика в водовод сырой воды) с повышением pH , электропроводностью, биопленками, минерализацией, коррозией и прочими «негативами», которые оказывается, опять-таки подстерегают Водоканалы и при применении ими «раствора оксидантов»?

Образующуюся при диафрагменном электролизе щелочь в обрабатываемую воду «спрятать» невозможно, уж слишком большое её количество. Так, для обеззараживания воды на ОСВ-1 г. Ростова-на-Дону необходима одна тонна эквивалентного хлора в сутки, которая может быть получена использованием 84 установок АКВАХЛОР-500 (выпускаемые ОАО «НПО ЭКРАН» единичные электролизные установки, имеющие максимальную производительность по эквивалентному хлору). Параллельно со «смесью оксидантов» эти установки, или как их называют изготовители «мини-хлоркаустиковые заводы», будут производить и более 9 м³ каустика ежедневно. Очевидно, что для «мойки емкостей от нефтепродуктов, масел, жира» [4], а также и «на фабриках первичной



мойки шерсти, на мясокомбинатах, птицефабриках для мойки оборудования и др.» [5] этой щелочи будет явно с переизбытком.

Надежность работы электролизеров любого типа, в том числе и диафрагменных, обеспечивается кондиционированием воды, используемой для приготовления солевых растворов (удаление ионов жесткости или гидрокарбоната), либо периодической промывкой кислотой для устранения карбонатных отложений на поверхности катода или диафрагме. В работе [8] отмечается: «... наработка на «отказ» электролизного блока (диафрагменного) составляет всего 10–25 часов в зависимости от конструкции электролизера и качества соли. Практика эксплуатации показывает, что на каждый килограмм полученного активного хлора требуется 0,2–0,3 л концентрированной соляной кислоты для промывки, а продолжительность кислотной промывки составляет около 1 часа». Т. е. суточное потребление 39-процентной соляной кислоты, например, для ОСВ-1 составило бы 200–300 литров, а распределить и подать эти литры (которые необходимо ещё и разбавить до 3–5 %) необходимо по всем 84 установкам, каждая из которых состоит ещё из нескольких десятков диафрагменных ячеек, что трудно назвать технологичным и легкоуправляемым процессом.

На сайте WWW.aquachlor.ru «Аквахлор — обеззараживание и очистка воды» на странице «Сравнительные характеристики некоторых дезинфектантов воды» для «Раствора оксидантов из установки АКВАХЛОР» в качестве одного из недостатков (отмечены всего-то два и первый из них «требуется наличия электроэнергии, напорной линии подачи воды») указывается, что «требуется небольшого (?) расхода соляной кислоты для очистки электродов либо системы химического, например, бикарбонатом натрия, умягчения исходного раствора хлорида натрия». Именно бикарбонатом натрия (!), а не известковым, известково-содовым, едко-натровым и др. классическими методами водоумягчения. Специалистам в области водоподготовки не надо объяснять, что «бикарбонатный» метод в технологии умягчения никогда не применялся по причине, что не реализуем в принципе.

На страницах того же сайта в качестве достоинств «влажной газообразной смеси оксидантов» читаем: «разрушает фенолы — источник неприятного вкуса и запаха». Очевидно, автору сайта не знаком хлорфенольный запах и методы его предотвращающие (хлорирование с аммонизацией, сорбция, окисление перманганатом калия и др.) Хлор, в отличие от более сильных окислителей ($KMnO_4$, O_3 и др.), фенолы не «разрушает», а вступает с ними в реакцию замещения с образованием нежелательных соединений, придающих воде резкий, неприятный хлорфенольный запах.

К достоинствам «оксиданта» на сайте относят и то, что он «способствует удалению из воды железа

и магния путем их быстрого окисления и осаждения оксидов». С железом понятно, только осаждается оно (в окисной форме) в виде гидроксида, но вот «быстрое» окисление магния и осаждение его оксида это уже в жанре «впервые в мире».

Ещё одной отличительной особенностью диафрагменных электролизеров является их невысокая производительность. Конструктивно в них предусмотрено монополярное подключение электродов в связи со значительными техническими трудностями при производстве высокопроизводительных многокамерных аппаратов [8]. Вследствие этого установки представляют собой пакет параллельно работающих мелких электролизных ячеек, количество которых достигает нескольких десятков на каждый килограмм производимого хлора. Тем не менее авторы таких устройств без каких-либо сомнений уверяют нас, что такое «построение из модульных элементов имеет аналогию в живой природе» и уподобляют его «ветвям дерева, доставляющим к каждому листу питательные вещества и отводящие продукты физико-химических реакций» [4]. Эту «аналогию» авторы тут же заканчивают и соответствующими выводами: о «значительном повышении надежности и технической устойчивости системы, более широкими допустимыми интервалами изменения давления, скорости потока, температуры, концентрации исходных продуктов электрохимических реакций, значительно большими допустимыми вариациями плотности тока и (даже так!) намного большей устойчивостью к мешающим факторам в виде нежелательных примесей в растворах — солями жесткости, нефтепродуктам, ионам тяжелых металлов, а также к вибрации и тряске» [4].

Для Водоканалов все это весьма заманчиво и желательно, ведь столько проблем снимает одна ветка дерева. Только вот доказательного, сравнительного с другими технологическими решениями фактического материала в цитируемых в данной публикации статьях нет. Поэтому и посадить у себя на площадке водоочистных сооружений такой тысячелистник решится далеко не каждый начальник водоканала, тем более что один листик (модульная установка АКВАХЛОР-500) стоит более полумиллиона рублей.

Как «доказательство» высокой надежности электрохимических установок, состоящих из множества диафрагменных проточных ячеек (в примере В. М. Бахира [4] — 90 штук установок А-500), по степени безопасности их приравнивают к включенным в одном помещении 120 электрочайникам (с аналогичной 90 установкам А-500 потребляемой мощностью), поскольку «трудно придумать ситуацию, при которой это собрание чайников могло бы вызвать техногенную аварию» [4]. Но ведь также «трудно придумать ситуацию», когда, например, ТЭЦ (во избежание техногенных катаклиз-



мов) подает в теплотрассу воду, предварительно нагревая её в чайниках.

Однако все эти чайники, ветви, листья дерева, холодная плазма (есть и такой аналог «оксиданта» [5]) и т.п. вряд ли убедят уже искушенного рекламными прокламациями пот-

ребителя. Действительность же убеждает, что большинство наукообразных и усиленно рекламируемых технических решений, не подкрепленных фактами их реальной эффективности, на практике, как правило, не дают декларируемых технологических и экономических эффектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фесенко Л.Н., Игнатенко С.И., Кудрявцев С.В. Опыт эксплуатации электролизных установок для получения гипохлорита натрия//Водоснабжение и сан. техника. 2007. № 1.
2. Бахир В.М. Обеззараживание воды: проблемы и решения//Вода Magazine. 2008. № 5.
3. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971.
4. Бахир В.М. К проблеме поиска путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водотведения ЖКХ//Водоснабжение и канализация. 2009. № 1.
5. Бахир В.М. Чистая вода России: декларации, реальность, перспективы//Водоснабжение и канализация. 2009. № 5,6.
6. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения, Питьевая вода. 2003. № 1.
7. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: анализ и перспективы, Питьевая вода. 2007. № 3.
8. Максимов В.В. Богатство многообразия//Вода Magazine. 2008. № 5.



Общество с ограниченной ответственностью
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЭКОФЕС»

346400, Россия, г. Новочеркасск Ростовской обл.,
проспект Баклановский, 200 В;
тел. (8635) 26-05-07, тел./факс 26-02-17, 26-05-46;
web site: ecofes.ru; e-mail: ecofes@novoch.ru

П Р Е Д Л А Г А Е Т

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВЫХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И СТОЧНЫХ ВОД НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫМ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ

В качестве исходного сырья для электролизных установок могут быть использованы водные растворы пищевой поваренной соли, подземные минерализованные хлоридно-натриевые воды, морская вода

- ❖ Производительность электролизных установок «Хлорэфс» от 0,5 до 6000 кг эквивалента хлора в сутки
- ❖ Полная автоматизация технологического процесса
- ❖ Экономичная, надежная и безопасная работа оборудования
- ❖ Выполнение и согласование проектов
- ❖ Поставка и монтаж установок «под ключ», пусконаладочные работы и обучение персонала
- ❖ Гарантийное и послегарантийное обслуживание, поставка расходных материалов

18 лет успешной эксплуатации установок «Хлорэфс» на водных объектах Южного федерального округа
Имеются лицензии на проектные работы, сертификаты соответствия, санитарно-гигиеническое заключение

Общий вид станции по производству гипохлорита натрия производительностью 1000 кг/сут эквивалента хлора на Центральных водопроводных очистных сооружениях г. Ростова-на-Дону.



Приглашаем деловых партнеров к сотрудничеству



Вода — дело компетентных