

# ВСТ

ISSN 0321-4044

9  
2009



## ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

The image shows a large, intricate 3D structure composed of numerous red and white rectangular blocks. The blocks are stacked in a way that creates a complex, multi-tiered shape, resembling a city skyline or a large-scale construction project. The structure is set against a light blue background. In the bottom right corner, there are two smaller, similar 3D structures, one of which is partially obscured by the other.

 [www.ekoton.com](http://www.ekoton.com)

**Ведущий  
производитель  
оборудования  
для предприятий  
водопроводно-  
канализационного  
хозяйства**

На правах рекламы

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Линеви́ч С. Н., Гетманцев С. В. Теоретический анализ и повышение эффективности технологии контактной коагуляции .....                                                                              | 6  |
| Гетманцев С. В., Сычев А. В., Рашковский Г. Б. Очистка волжской воды полиоксихлоридами алюминия .....                                                                                              | 12 |
| Гетманцев С. В., Сычев А. В., Гандурина Л. В. Алгоритм выбора эффективного реагента для очистки природных вод .....                                                                                | 17 |
| М. А. Крохмаль. Институту «Сибгипрокоммуводоканал» – 50 лет .....                                                                                                                                  | 22 |
| Алексеева Л. П. Снижение концентрации хлорорганических соединений, образующихся в процессе подготовки питьевой воды .....                                                                          | 27 |
| Романико А. Н., Егорова Ю. А., Ерчев В. Н., Гетманцев С. В., Овчинников В. П. Совершенствование реагентного метода обработки воды коагулянтами на МУП «Самараводоканал» .....                      | 37 |
| Фесенко Л. Н., Скрябин А. Ю., Игнатенко С. И. Опыт применения гипохлорита натрия при обеззараживании воды на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону .....                | 46 |
| Бутко Д. А., Лысов В. А., Родионова А. Б., Бутко Д. А. Реагентное осветление промывных вод скорых фильтров .....                                                                                   | 53 |
| Педашенко Д. Д., Божко Л. Н., Скрябин А. Ю., Поповьян Г. В., Ткачева Т. И., Пелипенко Л. В. Влияние обработки донской воды хлорреагентами на образование летучих хлорорганических соединений ..... | 58 |
| Швецов В. Н., Морозова К. М., Смирнова И. И. Развитие биомембранных технологий очистки природных вод .....                                                                                         | 64 |
| Рафф П. А. Использование флокулянтов для интенсификации осветления промывных вод фильтров .....                                                                                                    | 71 |
| Рефераты статей, опубликованных в № 9 журнала .....                                                                                                                                                | 79 |

## CONTENTS

### PROBLEMS, PERSPECTIVES

|                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| S. N. Linevich, S. V. Getmantsev. Theoretical Analysis and Enhancement of Efficiency of Contact Coagulation Technique .....                                                                                            | 6  |
| S. V. Getmantsev, A. V. Sychev, G. B. Rashkovsky. Treatment of the Volga's Water with Aluminium Polyoxychlorides .....                                                                                                 | 12 |
| S. V. Getmantsev, A. V. Sychev, L. V. Gandurina. Algorithm of Selection of Efficient Coagulant for Natural Water Treatment .....                                                                                       | 17 |
| M. A. Krokhmal. The Sibgiprokommunvodokanal Institute: 50 Years .....                                                                                                                                                  | 22 |
| L. P. Alekseeva. Reduction of the Concentration of Organochlorine Compounds Generated in the Course of Potable Water Preparation .....                                                                                 | 27 |
| A. N. Romaniko, Yu. A. Egorova, V. N. Erchev, S. V. Getmantsev, V. P. Ovchinnikov. Improvement of Reagent Method of Water Treatment with Coagulants at the Samaravodokanal Municipal Unitary Enterprise .....          | 37 |
| L. N. Fesenko, A. Yu. Skryabin, S. I. Ignatenko. Experience in the Use of Sodium Hypochlorite for Water Disinfection at Treatment Facilities of Central Water Supply System of the City of Rostov-na-Donu .....        | 46 |
| D. A. Butko, V. A. Lysov, A. B. Rodionova, D. A. Butko. Reagent Clarification of Wash Water of Rapid Filters .....                                                                                                     | 53 |
| D. D. Pedashenko, L. N. Bozhko, A. Yu. Skryabin, G. V. Popovian, T. I. Tkacheva, L. V. Pelipenko. Influence of the Don's Water Treatment with Chlorine Reagents on Generation of Volatile Chlororganic Compounds ..... | 58 |
| V. N. Shvetsov, K. M. Morozova, I. I. Smirnova. Development of Biomembrane Technologies for Natural Water Treatment .....                                                                                              | 64 |
| P. A. Raff. The Use of Flocculants for Intensification of Filters Wash Water Clarification .....                                                                                                                       | 71 |
| Abstracts of the Articles Published in Issue № 9 .....                                                                                                                                                                 | 80 |

## Опыт применения гипохлорита натрия при обеззараживании воды на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону

Первым в мире мегаполисом, который полностью отказался 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.

«Сегодня по сути в Петербурге начал работать новый водопровод, — сказал генеральный директор ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» Ф. В. Кармазинов. — Хлор — это то оружие, которое висит на стене в первом акте, а в третьем обязательно выстрелит. К счастью, мы его вовремя разрядили».

Желание отказаться от применения опасного реагента побуждает руководителей Водоканалов переходить на использование гипохлорита натрия. По словам президента Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения, генерального директора МГУП «Мосводоканал» С. В. Храменкова, вопрос о переходе в ближайшее время на гипохлорит натрия

рассматривают примерно 20–30% Водоканалов России.

Разумеется, переоборудование хлораторных потребует некоторых затрат. С другой стороны, хранение огромных запасов жидкого хлора в городской черте может привести к чрезвычайным ситуациям, и затраты на ликвидацию их последствий могут оказаться значительно больше.

Наиболее безопасным (четвертый класс опасности), малотоксичным и простым в эксплуатации является низкоконтентрированный 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 электролизная станция произ-

водительностью 1000 кг/сут по эквивалентному хлору (вторая в России по мощности после станции в Санкт-Петербурге). Московский, петербургский и уфимский Водоканалы заказывали технологию, строительство и монтаж установок известным иностранным фирмам «Newtec Umwelttechic GmbH», «Wallace and Tiernan». Ростовский Водоканал, предварительно ознакомившись с работой установок зарубежных и российских производителей, принял решение обратиться с заказом к отечественному исполнителю — ООО НПП «Экофес» (г. Новочеркасск Ростовской области).

Зарубежные установки значительно дороже отечественных. При этом удельный расход соли и электроэнергии на получение 1 кг эквивалентного хлора соизмеримы. Комплектация насосным, дозирующим и емкостным оборудованием, трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой, средствами автоматического управления и контроля техно-

<sup>1</sup> Фесенко Лев Николаевич, доктор технических наук, профессор, директор, ООО НПП «Экофес»

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский пр., 200В, тел.: (86352) 6-05-07, e-mail: ecofes@novoch.ru

<sup>2</sup> Скрябин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, главный инженер, ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону» 344019, г. Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 295, тел.: (863) 83-14-08, e-mail: vk5@donras.ru

<sup>3</sup> Игнатенко Сергей Иванович, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, ООО НПП «Экофес» Тел.: (86352) 6-56-13, e-mail: ecofes@novoch.ru

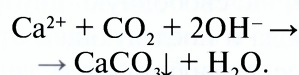
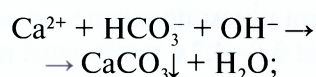
логическим процессом и др. у установок «Newtec», «Osec» и «Хлорэфс» (ООО НПП «Экофес») не уступает комплектации установок известных иностранных фирм («Grundfos», «Etatron D.S.», «FLUX», «F.P.Z. effepizeta S.r.L.», «Van De Lande BV», «FIP», «Danfoss Water Controls», «Siemens» и др.). Дизайн, качество изготовления и монтажа этих установок также на равном и высоком уровне. Таким образом, качество изготовления оборудования, сроки выполнения работ, уровень автоматизации, контроля и надежности защиты от аварийных ситуаций, по мнению специалистов Ростовского Водоканала, сопоставимы.

Выбор НПП «Экофес» был обусловлен не только значительно меньшими финансовыми затратами на реализацию проекта, но и технологическими решениями, позволяющими использовать при производстве гипохлорита натрия поваренную соль любой марки (даже самой низкосортной и соответственно наиболее дешевой) без каких-либо осложнений и трудностей.

Опыт эксплуатации установок «Хлорэфс» на 250 объектах Южного федерального округа показал, что основная проблема надежности их работы связана с образованием отложений карбоната кальция на поверхности катодов электролизера. Это приводит к нештатному режиму электролиза, перегреву электродной системы, разрушению оксидно-рутениевого покрытия анодов.

Образование осадка  $\text{CaCO}_3$  связано с наличием ионов кальция и гидрокарбоната в воде, используемой для приготовления солевых растворов. В щелочном прикатодном пространстве свободная двуокись углерода и ионы гидрокарбо-

ната переходят в карбонат с последующим образованием  $\text{CaCO}_3$  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 водных объектов Южного федерального округа, водоисточники которого, в отличие от рек Северного региона России, характеризуются повышенной карбонатной жесткостью (до 4–5 ммоль/л и более). Кислотная промывка требует частых остановок электролизера и значительного расхода кислоты (0,15–0,2 л трехпроцентной 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 ч работы (в зависимости от жесткости воды).

Практика эксплуатации установок «Хлорэфс» показала, что помимо узла кислотной промывки электродов, необходимо включать в состав установки и блок кондиционирования воды, используемой для приготовления солевых растворов (отечественные производители этот этап не предусматривают).

Интенсивность образования карбонатных отложений зависит не только от химического состава воды (концентрации кальция и гидрокарбоната), но и в значительной степени от качества поваренной соли, из которой готовят электролит. Как правило, в природной во-

де 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 («Артемсоль», первый сорт, ГОСТ Р 51574-2000) составляет 30–45 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 очистных сооружениях 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 «Wallace and Tiernan» для удаления катионов жесткости из воды, идущей на приготовление насыщенного (30-процентного) и рабочего (3-процентного) растворов соли, комплектуют электролизные установки Na-катионитовыми фильтрами.

Первые установки «Хлорэфс» также предусматривали умягчение воды Na-катионированием, однако выяснилось, что 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 использова-

ние соли марки «экстра» или, в крайнем случае, высшего качества. Растворы таких солей не содержат ионы кальция и магния (соль «Полесье» марки «экстра» производства ОАО «Мозырьсоль»), или содержат в минимальном количестве (соль высшего сорта производства ОАО «Илецксоль»), что в свою очередь повышает стоимость солепотребления 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.

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 расхода воды и соли на регенерацию натриевых фильтров. Возникает 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» предлагают решать проблему использования низкокачественной (и дешевой) соли

проведением декарбонизации растворов, т. е. удалением осадкообразующего иона гидрокарбоната путем подкисления воды до pH 3,8–4,2 с переводом иона  $\text{HCO}_3^-$  в свободную двуокись углерода и последующей отдувкой ее 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  $\text{Ca}^{2+}$  при этом достигает 19–22 ммоль/л), затем насосом-дозатором подается в трубопровод с доведением концентрации раствора до 3% (контролируется концентратомером марки «КВАРЦ-2» с подачей сигнала на дозатор для регулирования его расхода). В тот же трубопровод дозируется 5-процентная соляная кислота для доведения pH до значений 4–4,5 (контролируется промышленным pH-метром «КВАРЦ-pH/2» с подачей токового выхода на частотный преобразователь дозатора для установки расхода кислоты, соответствующего заданной величине pH). Подкисленный рабочий 3-процентный солевой раствор подается в декарбонизатор (барботажный дегазатор), где свободная двуокись углерода отдувается воздухом с удельным расходом 15 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> дегазированной воды. Концентрация свободной двуокиси углерода в течение 10–15-минутной дегазации снижается со 150–170 до 8–12 мг/л. Содержание гидрокарбоната на выходе из дегазатора составляет от 0 до 0,15–

0,2 ммоль/л. Дегазированный и декарбонизированный солевой раствор направляется на электролизные установки.

В электролизных установках ОСВ-1 (три рабочих мощностью 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). О надежности кислотной декарбонизации воды свидетельствует тот факт, что за 10 месяцев работы электролизера (всего 2100 ч) 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 ион  $\text{Ca}^{2+}$  и 170 ммоль/л — ион  $\text{Mg}^{2+}$ . Понятно, что полная нейтрализация соляной кислоты с последующей ее заменой в промывной емкости будет проводиться один раз в 2–2,5 года. В настоящее время принято решение производить кислотную промывку через каждые 250 ч работы электролизера.

В технологии кислотной декарбонизации (в отличие от Na-катионирования) отсутствуют какие-либо отходы и сбросы.

Декарбонизацию можно осуществлять известкованием или Cl-анионированием водопроводной воды, что и было опробовано и описано в [1]. Максимальное снижение щелочности воды известкованием составляет 0,8 ммоль/л. Однако применение извести требует наличия соответствующего хозяйства (емкости для гашения или известегасилки, расходные баки, дозатор). В декарбонизаторах постоянно образуется осадок с высокой концентрацией нерастворимых примесей

и др. Помимо этого, как показала практика эксплуатации установок «Хлорэфс», известковая декарбонизация воды более сложна из-за высокой запыленности рабочей зоны при работе с известью.

Снизить щелочность можно фильтрованием воды через слой высокоосновного анионита, регенерация которого осуществляется раствором поваренной соли. При этом Cl-анионит поглощает ионы  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{HCO}_3^-$ , отдавая эквивалентное количество ионов хлора. Этот метод целесообразен для воды с низкой (менее 50–80 мг/л) концентрацией сульфатов. Установлено, что для донской воды с концентрацией сульфатов 192 мг/л (на момент эксперимента) рабочая обменная способность анионита марки «Cybber AX-400» (производство компании «Cybber Prosper Industrial Limited», КНР) по  $\text{HCO}_3^-$  составляет всего 160–180 г-экв/м<sup>3</sup>. Т. е. основная часть ионообмена приходилась на ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ . Кроме того, как и в случае Na-катионирования, необходимо решать проблемы отработанных регенерационных растворов, взрыхляющей и отмывочной воды и др.

Некоторые исследователи в качестве недостатка при применении низкоконтентрирован-

ного гипохлорита натрия (по сравнению с жидким хлором) отмечают, что часть раствора соли не подвергается электролизу и попадает в питьевую воду, что приводит к увеличению содержания хлоридов в воде. В частности, указывается, что «производители гипохлорита не стремятся афишировать излишнее подсаживание воды с одновременным излишним ее подщелачиванием, что обязательно сопровождает применение 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/м<sup>3</sup>), количество дозируемого 0,6-процентного (6 г/л) гипохлорита натрия на 1 м<sup>3</sup> воды составит:

$$5 \text{ г/м}^3 \times 1 \text{ м}^3 : 6 \text{ г/л} = 0,83 \text{ л.}$$

При концентрации хлорида натрия в дозируемом растворе 2,8% (28 г/л) и солесодержании обеззараживаемой воды 500 мг/л (500 г/м<sup>3</sup>), минерализация 1 м<sup>3</sup> воды по хлориду натрия повысится на:

$$0,83 \times 28 : 1 = 23,2 \text{ г/м}^3 \\ (23,2 \text{ мг/л}), \text{ т. е. всего на } 4,6\%.$$

Выводы об излишнем подщелачивании воды также не подтверждены никаким факти-

ческим материалом. Величина pH низкоконтентрированного гипохлорита натрия составляет 9–9,5 (в отличие от технического гипохлорита марки А, у которого pH 12 и более). В этом случае гидратная щелочность равна [3]:

$$\text{OH}^- = K_w \cdot 10^{\text{pH}} / f_1,$$

где  $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$  – ионное произведение воды при температуре 25 °C;  $f_1 = 0,9$  – коэффициент активности  $\text{OH}^-$  при солесодержании 500 мг/л.

Таким образом,  $\text{OH}^- = 10^{-14} \cdot 10^9 / 0,9 = 1,11 \cdot 10^{-5}$  ммоль/л = 0,17 мг/л. Возвращаясь к приведенному выше примеру, в 1 м<sup>3</sup> воды с гипохлоритом натрия вносится всего  $0,17 \cdot 0,83 = 0,14$  мг ионов  $\text{OH}^-$ , что практически никак не отразится на величине pH обрабатываемой воды (pH увеличится всего на 0,00007).

На ОСВ-1 постоянно проводится контроль технологического процесса электролиза (несмотря на его полную автоматизацию) с целью поиска наиболее эффективных параметров 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

| Показатель                              | Место отбора проб       |                    |                          |                         |                      |                   |
|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
|                                         | речная вода<br>(р. Дон) | 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                    | 5,6                | 11                       | 31,5                    | 11                   | 11,2              |
| Ca <sup>2+</sup> , ммоль/л              | 2,95                    | 3                  | 8,5                      | 21                      | 8,5                  | 8,5               |
| Mg <sup>2+</sup> , ммоль/л              | 2,6                     | 2,6                | 2,5                      | 10,5                    | 2,5                  | 2,7               |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л | 3,45                    | 3,4                | 0,15                     | 2,7                     | 0,15                 | 0                 |
| Cl <sup>-</sup> , мг/л                  | 127,5                   | 135                | 19 000                   | 125 000                 | 19 000               | 15 300            |
| NaCl, г/л                               | 0,21                    | 0,222              | 31,31                    | 206                     | 31,31                | 25,2              |
| Cl <sub>акт</sub> <sup>-</sup> , г/л    | –                       | 0,00095            | –                        | –                       | –                    | 7,46              |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л    | –                       | –                  | –                        | –                       | –                    | 0,25              |

донской воды гипохлоритом натрия (данные на 13–14 июля 2009 г.), а также технологические показатели солевых растворов (насыщенного и рабочего) и получаемого гипохлорита натрия.

После добавления гипохлорита натрия (при первичном и вторичном хлорировании) величина pH и соответственно щелочность не только не увеличиваются, как это предполагалось в [2], но и несколько снижаются, причем, безусловно, не из-за внесенного гипохлорита, а в результате обработки воды полиоксихлоридом алюминия «АКВА-АУРАТ™10». Минерализация воды несколько повысилась, но прирост концентрации хлорида натрия в донской воде с 210 до 222 мг/л (5,7%) «излишним подсаливанием» назвать трудно.

В публикации [4] отмечается, что «применение низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия, получаемого электрохимическим методом на месте потребления, в 1,5 раза дешевле хлора и в 5–7 раз дешевле концентрированного гипохлорита натрия». Это обстоятельство еще раз свидетельствует в пользу применения гипохлорита.

В той же статье [4] говорится: «... установки по производству низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия на месте его потребления с помощью бездиафрагменных и мембранных электролизеров также небезопасны: при их эксплуатации образуется взрывоопасный газ — водород». При производстве гипохлорита натрия специалисты НПП «Экофес» уделяют особое внимание безопасности эксплуатации установленных на ОСВ-1 электролизных установок «Хлор-эфс». Безопасность при работе электролизера обеспечивается

путем смешения выделяющегося при электролизе водорода с воздухом и отвода газовой смеси в атмосферу за пределы помещения.

Для исключения возможности образования взрывоопасной среды в помещении электролизеров предусмотрены следующие мероприятия:

поступающие с раствором гипохлорита натрия электролизные газы отсасываются принудительной вентиляцией (расход воздуха 2 тыс. м<sup>3</sup>/ч) и отводятся из накопителей через герметичные трубопроводы в атмосферу выше крыши здания;

на каждом накопителе установлено два вентилятора (рабочий и резервный). Включение резервного вентилятора производится автоматически;

работа вентиляторов контролируется с помощью реле протока воздуха;

электролизеры сблокированы с вентиляцией системой автоматики — включение электролизера возможно только после включения вентилятора;

при аварийном отключении вентилятора электролизер автоматически выключается;

если газоанализатор покажет наличие водорода в районе бака-накопителя, установка автоматически отключается;

выделяющийся из накопителя водород смешивается с воздухом в соотношении 1 : 500 и отсасывается;

помещение электролизной оборудовано шестикратной приточно-вытяжной вентиляцией.

Таким образом, принятая схема удаления водорода не допускает его попадания в производственное помещение не только при нормальной эксплуатации, но и в случае аварии.

Общий вид основного технологического оборудования электролизной станции на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону представлен на рис. 1 и 2.

Полный переход на использование гипохлорита натрия исключит опасность, в том числе и террористическую, возможную при применении жидкого хлора. Безопасность применения гипохлорита натрия и является основной причиной того, что в последние годы на

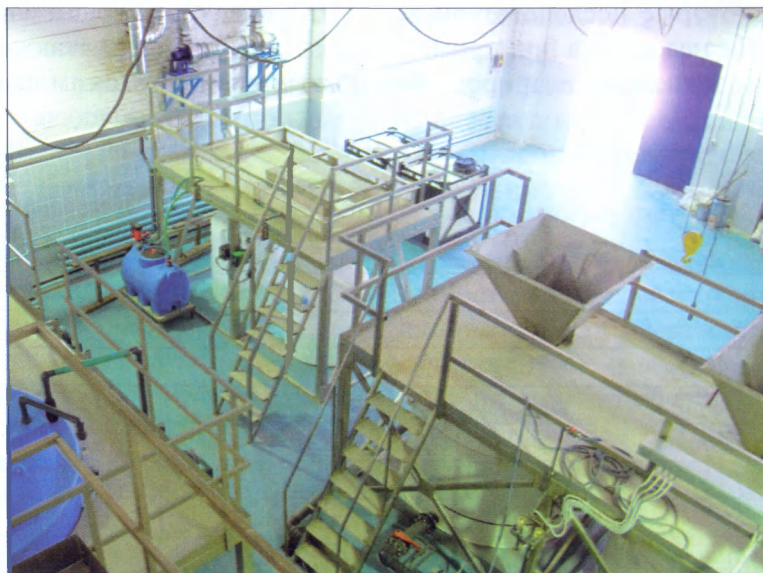


Рис. 1. Водно-солевое хозяйство



Рис. 2. Электролизные установки цеха по производству гипохлорита натрия

станциях водоподготовки появляются новые отечественные и зарубежные конструкции электролизеров в широком диапазоне производительности. Однако при этом не всегда учитывается весь спектр проблем, возникающих при их эксплуатации. Это прежде всего обусловлено не только разнообразными требованиями к таким установкам, но и повышением конкурентоспособности предлагаемых разработок, расширением круга специалистов, компаний и предприятий, занятых в этой области. Тем не менее, эксплуатация электролизных установок, выбор конструкции электролизера и технологии кондиционирования воды для приготовления солевых растворов имеют свои особенности, знание и соблюдение которых в значительной степени определяют надежность работы установок и срок их службы.

### Выводы

В состав электролизной установки для получения низкоконцентрированного гипохлорита натрия, помимо узла кислотной промывки электродов, необходимо включать и

блок кондиционирования воды, идущей на приготовление солевых растворов. Удаление осадкообразующих катионов кальция Na-катионированием применимо только при использовании соли высшего сорта (наилучший вариант — соль «Полесье» сорта «экстра» производства ОАО «Мозырьсоль», Республика Беларусь). Для возможности использования более дешевой соли первого и второго сортов гипохлоритная технология должна предусматривать кислотную декарбонизацию воды с удалением осадкообразующего иона  $\text{HCO}_3^-$  до остаточных концентраций 0–0,2 ммоль/л. При этом срок годности 5-процентной соляной кислоты, ис-

пользуемой для разовой промывки электродов, составляет 2–2,5 года. Периодичность промывок электролизера составляет 1 раз за 250–350 ч работы (1 раз в 10–15 сут).

Кислотная декарбонизация воды значительно дешевле Na-катионирования и исключает образование каких-либо сточных вод. Этот процесс легко поддается автоматизации.

Показатели pH и общей минерализации воды после добавления гипохлорита натрия (первичное и вторичное хлорирование) практически не изменяются.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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., Апелцин И. Э. Очистка природных вод. — М.: Стройиздат, 1971.
4. Головачев А. В., Абросимова Е. М. Применение гипохлорита натрия для обеззараживания воды // Водоснабжение и сан. техника. 2009. № 4.

### ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Указом Президента Российской Федерации Д. А. Медведева от 4 июля 2009 г. № 740 «О награждении государственными наградами Российской Федерации» за заслуги в области жилищно-коммунального хозяйства и многолетнюю добросовестную работу почетное звание «Заслуженный работник жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации» присвоено главному инженеру МУП «Горводоканал» г. Нижневартовска **АНАТОЛИЮ ЕВГЕНЬЕВИЧУ МУШТАКОВУ**.

Пресс-служба администрации г. Нижневартовска