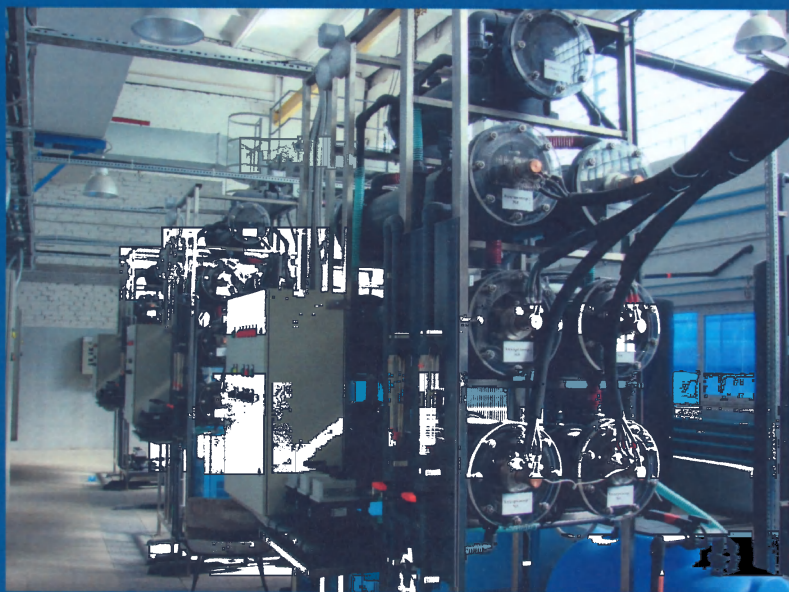


Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрыбин

ДЕЗИНФЕКТАНТ ВОДЫ – ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ:

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ



**Новочеркасск
2012**

УДК 661.8'032.22:628.166

ББК 24.127:38.761.1

Ф 44

Рецензенты: д-р хим. наук, профессор кафедры химической технологии высокомолекулярных соединений, органической и коллоидной химии ЮРГТУ (НПИ) **Ю.Д. Кудрявцев**, канд. техн. наук, генеральный директор Российского центра «Хлорбезопасность» **Б.Ю. Ягуд**, г. Москва

Фесенко Л.Н., Денисов В.В., Скрябин А.Ю.

Ф 44 **Дезинфектант воды – гипохлорит натрия: производство и применение:** монография / Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрябин; под ред. проф. В.В. Денисова; ООО НПП «ЭКОФЕС», Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: Лик, 2012. – 237 с.
ISBN 978-5-9947-0280-2

В монографии рассмотрены эколого-экономические последствия крупномасштабной ЧС в системе муниципального водоснабжения, использующей привозной сжиженный хлор. Показаны преимущества альтернативного окислителя-дезинфектанта – раствора гипохлорита натрия, производимого электролизом на месте последующего применения.

Приведены современные сведения о получении электролитического гипохлорита натрия, технологические и конструктивные особенности установок «Хлор-рэфс», даны методики их расчёта и проектирования. Уделено должное внимание вопросам промышленной безопасности, даны рекомендации по автоматизации технологического процесса.

На основе оценки затрат реального МУП водоснабжения при реализации гипохлоритной технологии водоподготовки показана целесообразность экологически ориентированной диверсификации его производственной деятельности, в рамках которой часть производимого гипохлорита натрия поставляется другим предприятиям водоснабжения. Разработаны рекомендации по ресурсосбережению, повышению бактерицидной эффективности гипохлорита и эффективности производственной деятельности диверсифицируемого МУП водоснабжения.

Монография предназначена для научных и инженерно-технических работников, специалистов в области водоснабжения, водоотведения и охраны окружающей среды; она может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам вузов, обучающихся по соответствующим направлениям подготовки.

УДК 661.8'032.22:628.166

ББК 24.127:38.761.1

ISBN 978-5-9947-0280-2

© ООО НПП «ЭКОФЕС», 2012

© Южно-Российский государственный
технический университет, 2012

© Фесенко Л.Н., Денисов В.В.,
Скрябин А.Ю., 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЛИТЕРАТУРА	8
Глава 1. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД ХЛОРИРОВАНИЕМ	9
1.1. Критерии выбора методов обеззараживания питьевой воды	9
1.2. Сравнительная оценка дезинфектантов различной природы	13
1.3. Хлорсодержащие дезинфектанты: достоинства и недостатки	18
1.4. Привозной жидкий хлор: проблема техногенной и экологической безопасности	21
1.4.1. Аварийные ситуации при транспортировке, хранении и подготовке к использованию	21
1.4.2. Социально-экономические последствия аварийных выбросов хлора	24
1.5. Альтернативный дезинфектант гипохлорит натрия: эколого-технологический аспект производства и применения	31
1.5.1. Технический (концентрированный) раствор: достоинства и недостатки	31
1.5.2. Особенности получения и применения низкоконцентрированного гипохлорита натрия	44
ЛИТЕРАТУРА	60
Глава 2. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ	78
2.1. Методика исследований	78
2.2. Влияние реверса тока на параметры электролиза в различных режимах	85
2.3. Исследование методов декарбонизации воды для приготовления солевого раствора	93
2.3.1. Обработка воды известью	93
2.3.2. Подкисление воды с аэрацией	94
2.3.3. Хлор-анионирование	95
2.4. Влияние декарбонизации исходной воды на непроточный и проточный электролиз	96
2.5. Влияние декарбонизации воды на параметры электролиза	99
2.6. Рекомендации по выбору оптимальных показателей работы электролизеров и технологических схем производства ГХН	103
2.7. Технология получения гипохлорита натрия на установках «Хлорэфс»	108
2.8. Крупнотоннажное производство электролитического ГХН на ЦВОС г. Ростова-на-Дону: эколого-экономический аспект	111
2.9. Сравнительный анализ электрохимических методов получения хлорсодержащих дезинфектантов	119
ЛИТЕРАТУРА	128
Глава 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКООРИЕНТИРОВАННОЙ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МУП ВОДОСНАБЖЕНИЯ	131

3.1. Сектор водоснабжения и очистки сточных вод и его место в глобальном рынке экологических услуг и товаров	131
3.2. Методические основы экономической оценки инвестиционных проектов экологического направления	133
3.3. Анализ затрат на МУП «Горводоканал» г. Новочеркасска и перспективы реализации гипохлоритной технологии обеззараживания воды	152
3.4. Капитальные и эксплуатационные расходы при реализации ГХН-технологии на ОСВ различной производительности	162
3.5. Оценка коммерческих перспектив диверсификации предприятия муниципального водоснабжения	175
3.5.1. Оценка емкости рынка сбыта гипохлорита натрия, производимого в рамках диверсификации МУП «Горводоканал» г. Новочеркасска	175
3.5.2. Определение эксплуатационных расходов на выпуск планируемого объема продукции	176
3.5.3. Оценка транспортных расходов по доставке продукции потребителям	179
3.5.4. Экономическая целесообразность перевода систем водоснабжения населенных пунктов на привозной гипохлорит натрия	182
3.5.4.1. Поселок городского типа	182
3.5.4.2. Поселок сельского типа	187
3.6. Ресурсы энергосбережения при производстве гипохлорита натрия	190
3.6.1. Использование энергетического потенциала водорода – отхода электролиза	190
3.6.2. Концентрирование солевого раствора гипохлорита натрия	196
ЛИТЕРАТУРА	200
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	205
ПРИЛОЖЕНИЯ	208
Приложение 1. Состояние водоснабжения и водоотведения в Южном Федеральном округе	208
Приложение 2. Проектирование и расчет электролизных установок «Хлорэфс»	212
Приложение 3. Водно-солевое хозяйство. Технологический расчет и проектирование	214
Приложение 4. Электролизный модуль «Хлорэфс» УГ-25МК	224
Приложение 5. Система дозирования гипохлорита натрия	225
Приложение 6. Определение категории помещения электролизной установки по взрывопожарной и пожарной опасности	226
Приложение 7. Основные положения по безопасности электролизной установки	233
Приложение 8. Автоматизированная система управления технологическим процессом и безопасностью производства	236

ВВЕДЕНИЕ

Ситуация с водоснабжением в России достаточно тревожная. Сегодня каждый второй россиянин вынужден использовать для питьевых целей воду, не соответствующую гигиеническим требованиям, почти треть пользуется децентрализованными источниками без соответствующей водоподготовки, население целого ряда регионов испытывает недостаток питьевой воды. К примеру, в республике Калмыкии питьевая вода доставляется в отдельные населенные пункты водовозами.

Сообщается [1], что сегодня капитальные затраты составляют лишь 11 % от операционных расходов организаций водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ). Износ водопроводных сетей уже достиг 63 %, канализационных – 61,6 %, очистных сооружений водопровода – 59,8 %, канализации – 62,8 %. В ряде муниципалитетов износ коммунальной инфраструктуры составляет 70 – 80 %. Около 30 % основных фондов предприятий ВКХ полностью отслужили нормативные сроки.

Правительство РФ признало существенное отставание России от развитых стран по средней продолжительности жизни, а также обусловленность повышенной смертности (особенно детской) в том числе и потреблением недоброкачественной питьевой воды [2].

Из Указа Президента РФ и других документов вытекает признание того факта, что необходимым условием устойчивого развития страны должно быть устойчивое снабжение населения качественной, эпидемиологически и химически безвредной питьевой водой [3].

При этом важно подчеркнуть, что в сложившихся экономических условиях решение проблемы экологически устойчивого развития водоснабжения сместилось на средний (региональный, муниципальный) и нижний уровни производственно-хозяйственной структуры страны. Государство предоставляет в основном общеправовую базу функционирования, а не реальные гарантии финансовой, инвестиционной защиты [4].

Руководитель Минрегионразвития отмечает, что планомерное развитие отрасли сдерживается и отсутствием комплексных программ развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований. Они утверждены только в административных центрах и крупных городах. Но и эти программы не всегда качественны. В основном они принимались без учета схем территориального планиро-



Фесенко Лев Николаевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Водное хозяйство предприятий и населенных мест» ФГБОУ ВПО ЮРГТУ (НПИ), почетный работник ВПО РФ, Директор ООО НПП «ЭКОФЕС».

Автор 372 опубликованных работ, в том числе 9 статей в зарубежных изданиях, журналах Академии наук СССР и Российской Академии наук, 2 монографии, 39 патентов и авторских свидетельств, 12 учебных пособий.

Основные направления деятельности: теоретические и экспериментальные исследования в области очистки природных и сточных вод, подготовка инженерных и научных кадров.



Денисов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экология, технологии электрохимических производств и ресурсосбережения» ЮРГТУ (НПИ), заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, почетный работник ВПО РФ, член-корреспондент Российской академии естественных наук.

Область научных интересов: природоохранные и ресурсосберегающие технологии в системах водоснабжения и водоотведения. Автор 480 научных и учебно-методических работ, в том числе 30 патентов РФ и авторских свидетельств, 15 учебников и 10 монографий.



Скрябин Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВПО «РГСУ», награжден почетной грамотой Минрегионразвития РФ.

Автор 72 опубликованных работ в том числе 2 учебных пособия, 3 патента и 1 монография. Генеральный директор ОАО «ПО Водоканал» г. Ростова-на-Дону.

Основные направления деятельности: высокотехнологичность, надёжность и экологическая безопасность сооружений водного хозяйства, подготовка инженерных и научных кадров.