

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ МЕГАПОЛИСА

**Материалы Международной
научно-практической конференции,
посвященной памяти академика РАН
С.В. Яковлева**

12 – 13 марта 2009

МОСКВА

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АЭРОБНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД Павлинова И.И., д-р техн. наук, проф. Шекета А.Н., канд. техн. наук Неверова М.А., Жакевич А.А. – асп.	115
ОЦЕНКА СООРУЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД Пономарёв В.Г., д-р техн. наук, проф.	121
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ Пупырев Е.И., д-р техн. наук, проф.	125
ВЛИЯНИЕ ВНУТРИЗОННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АКТИВНОГО ИЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД Серпокровлов Н.С., д-р техн. наук, проф. Кулик И.А., асп.	129
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД Скворцов Л.С., д-р техн. наук Коньгин А.А., асп.	133
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ Стрелков А.К., д-р техн. наук, проф. Шувалов М.В., канд. техн. наук, доц. Тараканов Д.И., канд. техн. наук, доц. Шувалов Р.М., асп.	138
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА БЛОКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 500 тыс. м ³ /сут. Стрельцов С.А., зам. начальника – главный инженер	149

- КИНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ
СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ЗАВОДА** **154**
Угроватова Е.Г., Костюков В.П., Масловский О.В. – инж.
- ВНЕДРЕНИЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ
ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ НА ОЧИСТНЫХ
СООРУЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО
ВОДОПРОВОДА Г. РОСТОВА-Н/ДОНУ** **159**
Фесенко Л.Н., д-р техн. наук, проф., проректор Южно-Российского государственного технического университета
Скрябин А.Ю., канд. техн. наук, главный инженер
- УДАЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЗ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД** **165**
Фокичева Е.А., канд. техн. наук, доц.
Лебедева Е.А., канд. техн. наук, доц.
- ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИКОВ В ЛОКАЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ** **169**
Чернов Р.О., канд. техн. наук, доц.
Фомин А., студ.
- РОЛЬ АКАДЕМИКА С.В. ЯКОВЛЕВА
В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
НИИ ВОДГЕО – БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА
СТОЧНЫХ ВОД** **173**
Швецов В.Н., д-р техн. наук, руководитель лаборатории
- БИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОМЕМБРАННАЯ
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО
ПРОИЗВОДСТВА** **180**
Швецов В.Н., д-р техн. наук
Морозова К.М., канд. техн. наук
Степанов С.В., канд. техн. наук
Степанов А.С., асп.

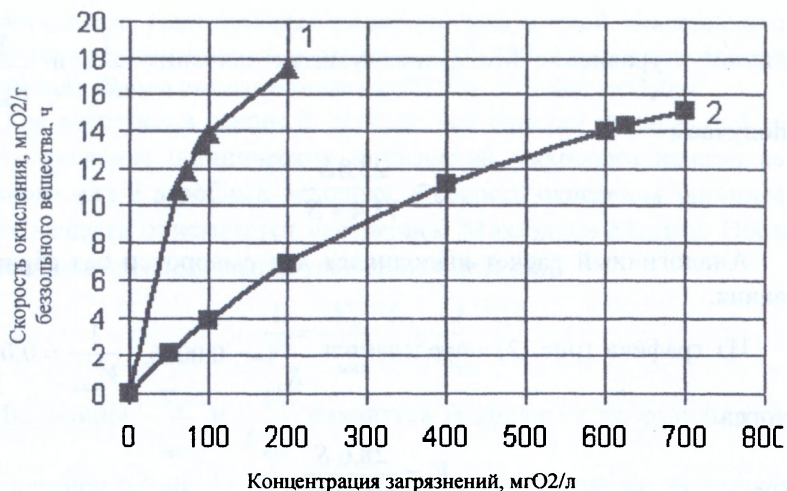


Рис. 3. График зависимости скорости окисления от концентрации загрязнений:

1 – предварительное сбраживание; 2 – без сбраживания

На основании полученных результатов предлагается технологическая схема очистки (рис. 4).

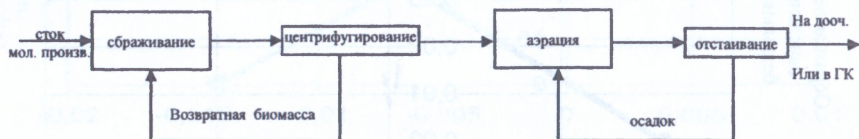


Рис. 4. Технологическая схема очистки сточных вод молочного предприятия

Данные исследования показали, что предварительное сбраживание позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения и значительно увеличить скорость окисления загрязнений.

Фесенко Л.Н., д-р техн. наук, проф.,
проректор Южно-Российского государственного технического университета
(ООО НПП «ЭКОФЕС», г. Новочеркасск)
Скрябин А.Ю., канд. техн. наук, главный инженер
(ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-н/Дону»)

ВНЕДРЕНИЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВОДОПРОВОДА Г. РОСТОВА-Н/ДОНУ

Хлорирование продолжает оставаться самым распространенным способом обеззараживания воды в мире, поскольку хлор, в отличие от озонного и ультрафиолетового способов бактерицидной обработки, является дезинфектантом пролонгированного действия, присутствие которого в воде исключает возможность ее повторного заражения при транспортировке потребителям. Однако жидкий хлор чрезвычайно токсичен (II класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76) и его применение требует неукоснительного соблюдения «Правил по производству, транспортированию, хранению и потреблению хлора» (ПБ 09-594-03), в связи с чем затраты на обеспечение мер безопасности при использовании жидкого хлора многократно превышают затраты на само хлорирование. Затраты же на ликвидацию последствий возможной разгерметизации многотонных запасов жидкого хлора вообще непредсказуемы.

Именно потенциальная опасность жизни и здоровью людей, связанная с хранением и применением жидкого хлора, стала одной из основных причин строительства цеха по производству низкоконцентрированного гипохлорита натрия для целей обеззараживания питьевой воды на очистных сооружениях г. Ростова-н/Дону. Гипохлорит натрия наиболее безопасный, малотоксичный для человека (IV класс опасности) и более простой в эксплуатации хлорсодержащий реагент, получаемый электролизом раствора поваренной соли на месте потребления.

Переход на использование гипохлорита натрия позволит ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство, обеспечить экологическую и технологическую безопасность производства питьевой воды, исключить риски, связанные с применением жидкого хлора.

Высокая надежность бактерицидного действия, независимость от поставщиков обеззараживающих средств, простота контроля за качеством обрабатываемой воды – безусловные достоинства электролитического гипохлорита натрия.

Весь комплекс работ по проектированию и изготовлению установок дезинфекционной обработки воды «Хлорэфс», поставке и монтажу технологического оборудования, пусконаладочным работам под «ключ» и обучению эксплуатационного персонала выполнен Научно-производственным предприятием «ЭКОФЕС», признанным лидером по внедрению гипохлоритных технологий на Юге России.

Разработанные специалистами НПП «ЭКОФЕС» специально для очистных сооружений Центрального водопровода электролизные установки мощностью 250 кг эквивалентного хлора в сутки осуществляют электролиз в проточном режиме с получением гипохлорита натрия с концентрацией 5,5–6,5 г/л по эквиваленту хлора.

Обеспечение требуемой производительности цеха по готовому продукту (1000 кг/сут. эквивалентного хлора) достигается необходимым количеством электролизеров (3 рабочих и 1 резервный), работающих одновременно и независимо друг от друга.

Станция (цех) по производству гипохлорита натрия – это современный дизайн, применение индивидуальных конструктивных и технологических решений, высокое качество изготовления и монтажа, полное соответствие всем действующим нормативным требованиям (СНиП, ГОСТ, ТУ и др.) к данному виду продукции. В технологических схемах использованы ресурсо- и энергосберегающие решения. Степень автоматизации соответствует всем установленным требованиям и не уступает иностранным аналогам. Общий вид цеха представлен на рис. 1 и 2.

Последовательность производственных операций включает декарбонизацию водопроводной воды, используемой для приготовления соли; приготовление насыщенного раствора поваренной соли; получение гипохлорита натрия электролизом солевого раствора; дозирование гипохлорита натрия в заданные точки технологического процесса водоочистки.

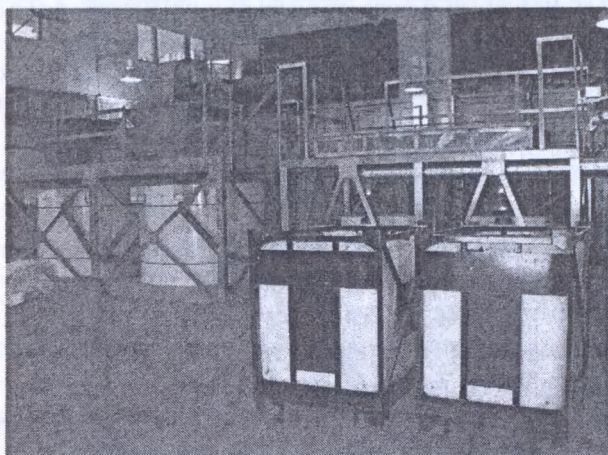


Рис. 1. Общий вид водно-солевого хозяйства

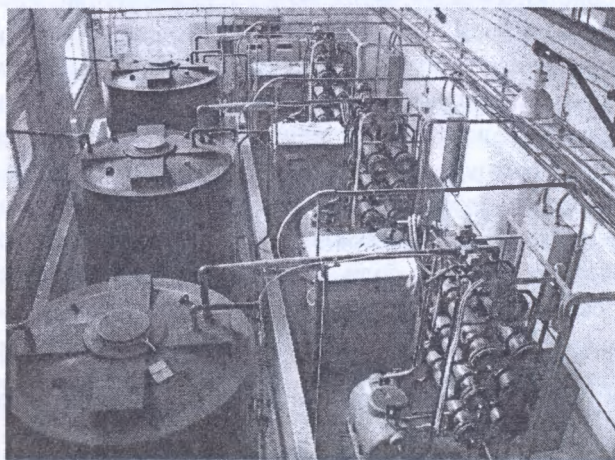


Рис. 2. Электролизные установки цеха по производству гипохлорита натрия

Цех по производству гипохлорита натрия состоит из следующих технологических узлов:

- солерастворитель – предназначен для получения и хранения насыщенного раствора поваренной соли. Приготовленный рассол дозировочным насосом подается в трубопровод декарбонизирован-

ной воды, где разбавляется до рабочей концентрации и поступает в электролизер;

- декарбонизатор – предназначен для удаления из воды карбонатов в целях сокращения образования отложений солей жесткости на электродах электролизера;

- электролизер – проточного типа, выполнен из материала, стойкого к агрессивным средам, в нем установлены титановые катоды и аноды с нанесенным покрытием из оксида рутения;

- блок питания – обеспечивает подачу постоянного тока на электродную систему электролизера;

- АСУ ТП – обеспечивает работу цеха полностью в автоматическом режиме;

- накопители гипохлорита – предназначены для приема готового продукта в течение 4-х часов работы электролизеров.

Иностранные фирмы считают обязательным использовать не только глубоко умягченные воды, но и специально приготовленную соль, растворы которой не содержат ионов кальция и магния, что, в свою очередь, делает дороже процесс на 40–50%. И если воду сравнительно легко умягчить на месте ее использования, то приготовление очищенной соли требует специализированного производства, что в условиях России пока не реально.

В цехе по производству гипохлорита натрия проблема использования отечественной соли решается не путем умягчения воды, поступающей на растворение соли, а методом ее декарбонизации, т.е. удалением осадкообразующего иона гидрокарбоната путем подкисления воды до $\text{pH} = 4,5\text{--}5$ с переводом иона HCO_3^- в CO_2 и последующей отдувкой свободной углекислоты в барботажном дегазаторе (декарбонизаторе).

Для повышения эксплуатационных характеристик и качества управления работой цеха по производству гипохлорита натрия в нем предусматривается автоматизированная система управления блоками водно-солевого хозяйства, декарбонизации воды, электролизными модулями, дозирующими устройствами, системой вентиляции накопителей гипохлорита натрия и другими узлами установки.

АСУ ТП выполняет сбор и переработку информации, поступающей от датчиков, вырабатывает управляющие воздействия на

исполнительные механизмы, сигнализирует оператору о ходе технологического процесса.

Функциональная структура системы управления выполнена в виде алгоритма циклического автоматического управления. Основная часть алгоритма управления реализована в микропроцессорных модулях. В качестве устройства логического управления применен микропроцессорный модуль управления LOGO! производства фирмы Siemens.

В случае отказа основного оборудования автоматически включается резервное. Автоматизированная система управления снабжена всеми необходимыми средствами защиты и блокировки. При наличии аварийной ситуации система управления подает прерывистый звуковой сигнал оператору, а на панели шкафа управления загорается соответствующая лампа аварийной ситуации (например: «Неисправность блока питания», «Авария вентиляционной установки», «Утечка водорода», «Нарушение температурного режима», «Концентрация соли ниже нормы», «Авария в системе подачи кислоты», «Декарбонизатор пустой» и т.д.). При отсутствии запретов на включение микропроцессорный модуль подает команду «включение» и в автоматическом режиме реализует всю необходимую последовательность технологических операций.

Наконец, в целях снижения вероятности аварийных ситуаций и тяжести их последствий, при срабатывании защиты или прекращении энергопитания примененные технические средства АСУ ТП не допускают каких-либо произвольных переключений.

При производстве гипохлорита натрия особое внимание уделяется безопасности эксплуатации установленных в цехе электролизных установок «Хлорэфс». Установки «Хлорэфс» не относятся к объектам с дополнительными повышенными требованиями по обеспечению безопасности и не относятся к экологически опасным видам хозяйственной деятельности. Оборудование установок не является источником шума, вибрации и загазованности в зоне их обслуживания.

Безопасность при работе электролизера обеспечивается путем смешения выделяющегося при электролизе водорода с воздухом и отвода воздуховодородной смеси в атмосферу за пределы помещения.

Чтобы исключить возможность образования взрывоопасной среды в помещении электролизеров, предусмотрены следующие мероприятия по безопасности:

- поступающие с раствором гипохлорита натрия электролизные газы принудительной вентиляцией (расход воздуха $Q = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$) отсасываются из накопителей через герметичные трубопроводы в атмосферу;

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

- работа вентиляторов контролируется с помощью реле потока воздуха;

- работа электролизеров заблокирована с вентиляцией системой автоматики;

- включение электролизера возможно только после включения вентилятора;

- при аварийном отключении вентилятора электролизер автоматически выключается;

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

- из накопителя выделяющийся водород отводится воздухом в соотношении 500 объемов воздуха на один объем водорода;

- помещение электролизной оборудовано 6-кратной приточно-вытяжной вентиляцией.

Таким образом, принятая схема удаления водорода не допускает его попадания в производственное помещение и в нормальных условиях эксплуатации, и в результате аварии или неисправности.

В штатном режиме работа цеха по производству гипохлорита натрия предусмотрена без присутствия обслуживающего персонала. Присутствие персонала необходимо только для:

- контроля количества подаваемого гипохлорита натрия и периодического осмотра электролизных модулей (в течение 3–5 мин 3–4 раза в смену);

- выполнения промывки солерастворителей (в течение 30 мин 1 раз в 5–7 дней);

– загрузки соли в растворитель (в течение 15–20 мин один раз в смену).

Таким образом, эксплуатация водно-солевого хозяйства и обслуживание электролизных установок фактически предусматривают только периодическое добавление соли и наблюдение за панелью управления.

Проверка категории помещения электролизных установок «Хлорэфс» по взрывопожарной и пожарной опасности (по методике МПБ 105-03) показала, что помещение взрывопожаробезопасное и относится к категории Д.

Цех по производству низкоконтрированного гипохлорита натрия был введен в эксплуатацию в декабре 2008 г.

Фокичева Е.А., канд. техн. наук, доц.

Лебедева Е.А., канд. техн. наук, доц.

(Вологодский государственный технический университет)

УДАЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В связи с резко возросшим количеством животноводческих ферм и комплексов на промышленной основе возникла необходимость решать проблемы обработки и утилизации животноводческих стоков. Повышенное содержание аммонийного азота, хлоридов, соединений фосфора и других загрязнений в сточной воде, сбрасываемой в водоем, оказывает пагубное влияние как на водные объекты, так и на сельскохозяйственные угодья, а также ухудшает экологическую обстановку в расположенных рядом населенных пунктах. Применение биологической очистки для удаления из сточных вод животноводческих комплексов азотсодержащих соединений является достаточно эффективным, но не снижает содержание фосфатов до допустимых значений, поэтому необходим ввод систем дополнительной очистки [1].

К основным методам очистки высококонтрированных сточных вод животноводческих комплексов относятся: метод разделения стоков, комбинированный метод, методы биологической очистки (аэробные, аэробно-анаэробные, с использованием гидрокультур высших водных растений), реагентные методы [2].