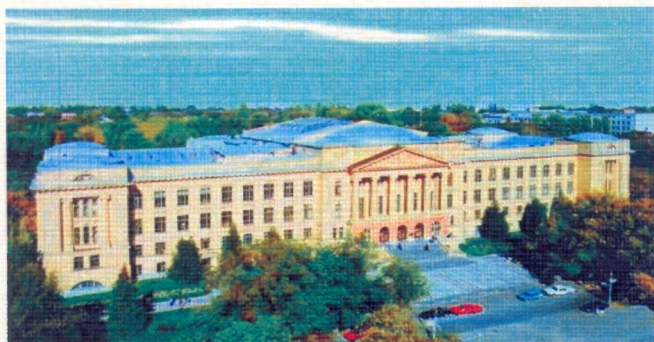




МАТЕРИАЛЫ

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ»,
посвященной 100-летию ЮРГТУ (НПИ)**



**Новочеркасск
2004**

В.В. Корохов. Применение адаптивной системы управления в локальных установках очистки воды	59
Н.С. Серпокрылов, Е.А. Сологай. К вопросу о корреляционной связи между взвешенными веществами и мутностью воды р. Дон	65
А.А. Скобелев. Оптимизация технологических параметров гальвано-коагуляции на модельной установке	66
В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева. Оптимизация процесса коагуляционной очистки воды с целью обеспечения требований нового нормативного документа	68
И.И. Рождов, А.Ю. Черкесов, И.Н. Рождов. Применение различных видов фильтрующей загрузки в обезжелезивающих водообрабатывающих установках	70
С.В. Гетманцев, Г.Б. Рашковский, В.Т. Яценко. Аналитический контроль качества коагулянтов	74
А.В. Сычёв, С.В. Гетманцев. Особенности применения полиоксихлорида алюминия «АКВА-АУРАТ®30»	78
Л.П. Алексеева, В.Л. Драгинский. Образование побочных продуктов при обеззараживании воды и методы уменьшения их концентрации	83
Е.В. Вильсон, Ю.А. Горина. Влияние алюминийсодержащих реагентов на биологическую активность микроорганизмов ила в процессе дефосфотизации	86
С.В. Гетманцев, С.Н. Линевиц. Исследования коагуляции сероводород-серосодержащих подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей (на примере Ейского группового водопровода)	90
С.В. Базин, Ф.И. Чуриков. Применение полиоксихлорида алюминия при обработке природных вод на модульных установках типа «Струя» ...	93
С.Н. Линевиц, Е.П. Гулевич, С.В. Гетманцев, М.Г. Колесник. Эффективность коагуляционной обработки донской воды различными коагулянтами	96
Л.К. Лебедева, В.Н. Бубенцов, Е.В. Белова, Л.Н. Полянская. Лабораторные и производственные испытания полиоксихлорида алюминия «АКВА-АУРАТ™30»	101
Ю.П. Моисеев, А.С. Харитонов, С.В. Базин. Применение полихлоридов алюминия на водоочистных станциях Саратовской области	106

Е.А. Столярова, О.Е. Благова. Опыт реагентной обработки воды на Московском водопроводе	111
Г.Б. Мясникова. Коагуляционная обработка чулымской воды различными реагентами	116
А.С. Тужилин, Ю.А. Лайнер, Л.М. Сурова. Физико-химические свойства коагулянтов и их получение из различных видов алюминий-содержащего сырья	121
А.Б. Кожевников, О.П. Петросян. Оптимизация процесса обеззараживания питьевой воды	126
В.В. Катаев, А.А. Становских, Н.Б. Помосова, Р.И. Назарова, Е.А. Ткачук. Внедрение новых факторов интенсификации работы водоочистных станций МУП «Ижводоканал»	131
Л. Г. Васина, В.Л. Меньшикова, Л.С. Крылова, А.В. Евсютин. Влияние модуля основности коагулянта и стабильности воды при выборе оптимального режима коагуляции	136
Е.А. Тихонова, А.С. Усачев, Юбер Шарбонье. Использование органических коагулянтов для подготовки питьевой воды	141
Э. Л. Гоголашвили, В. Ф. Куренков, И.В. Молгачева, А.И. Гайсина. Обработка воды органическими коагулянтами и известкованием	145
В.Р. Захаров, В.С. Шевченко. Опыт применения флокулянта FLOQUAT FL – 45 С для водоподготовки в МУП «Водоканал» г. Омск	151
Л.Н. Фесенко, В.Р. Гайдуков, М.А. Дилина. Эффективность совместного применения железного и алюминиевого коагулянтов при обработке донской воды	154
Е.Н. Прянишникова, Н.П. Кузьмина, Д.Г. Осипов. Применение новых реагентов в технологии очистки нефтесодержащих сточных вод	157
В.И. Нездойминов. Процессы денитрификации и их роль в деструкции ароматических углеводородов	162
О.В. Сковаронская, Н.С. Серпокрылов. Практика оздоровления воды р. Темерник с помощью макрофитов и биологически активного обрастания	166
М.А. Жвакина, О.А. Жвакина, Е.Д. Гельфанд. Интенсификация разделения иловых смесей после азротенков	168

УДК 628.1-628.3

ББК 38.761

Т 38

Редакционная коллегия:

С.Н. Линевич, д-р техн. наук, профессор – ответственный редактор;

Л.Н. Фесенко, д-р техн. наук, профессор;

В.Л. Драгинский, д-р техн. наук, профессор;

М.Г. Журба, д-р техн. наук, профессор;

С.В. Гетманцев, канд. техн. наук, ген. директор ООО «Аква-Аурат»;

И.А. Лемперт, инженер – ответственный секретарь

Т 38 Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2004»: Материалы
Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию ЮРГТУ (НПИ);
г. Новочеркасск, 5-8 окт. 2004 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). –
Новочеркасск: ООО НПО «ТЕМП», 2004. – 200 с.

ISBN 5-94633-061-6

В настоящем сборнике помещены статьи, представляющие краткое содержание основных докладов, представленных на Международную научно-практическую конференцию «Технологии очистки воды “ТЕХНОВОД – 2004”».

Материалы конференции по своей тематике относятся к области совершенствования существующих и разработке новых методов и технологий по очистке и обеззараживанию природных и сточных вод. Достаточно большое количество статей посвящено вопросам оптимизации процесса коагуляционной обработки природных и сточных вод.

Помещенные в сборнике статьи носят научно-исследовательский, аналитический, научно-производственный характер и представляют интерес для научных работников, производственников, проектировщиков, руководителей предприятий, аспирантов и студентов, работающих в области водоснабжения и водоотведения.

УДК 628.1-628.3

ISBN 5-94633-061-6

© Южно-Российский государственный
технический университет (НПИ), 2004
© Авторы, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

М.Г. Журба, Ж.М. Говорова. Методология обоснования водоочистных технологий	9
В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева. Основные проблемы очистки воды на действующих водопроводных станциях и пути их решения	14
Н.Г. Насонкина, Э.И. Жуков. Проблемы водоснабжения Донбасса	17
Клаус Бартль, Петер ван Стихт. Высококачественные активированные угли для очистки воды	20
Г.Т. Айдинов, М.Ю. Соловьев, И.В. Михеева. Состояние водоснабжения населенных мест Южного федерального округа	21
О.Г. Ананьев, Б.А. Богданов. Повышение эффективности работы водоочистных сооружений	28
Л.Н. Фесенко, Е.Г. Шевченко. Очистка воды от йода и брома окислительно-сорбционным методом с применением гидроксида алюминия	31
А.А. Найманов, С.Б. Никиша, С.В. Ковтун, А.А. Найманова, С.В. Островская, С.Е. Антоненко, А.А. Корovina. Снижение выбросов в окружающую среду из систем водного хозяйства	36
Н.С. Серпокрьлов, В.Е. Оганесов, В.А. Онкаев. Опытнo-промышленная реализация концепции мобильно-картриджной системы водоснабжения	39
М.Г. Колесник. Экологическая безопасность эксплуатации ВОС-1 на центральном Новочеркасском городском водопроводе	41
А.Н. Приходько. Оптимальный режим использования сезонно-регулируемого водохранилища и технологии водоподготовки в условиях Северо-Кавказского региона с применением АСУ ТП (на примере Кисловодского городского водопровода)	45
Д.В. Кашарин. Мероприятия по ликвидации последствий поступления в водотоки загрязнений и улучшению самоочищающей способности водисточников	48
И.А. Нигматуллин, В.А. Онкаев, Н.С. Серпокрьлов. Ресурсно-экологический потенциал узла обеззараживания в мобильно-картриджной системе водоснабжения	53
Е.А. Столярова, О.Е. Благова. Организация контроля качества природной и питьевой воды в МГП «Мосводоканал»	55

взвешенным слоем осадка. Тонкослойные модули обеспечивают равномерное распределение осветляемой воды и увеличение коэффициента объёмного использования сооружений. В результате установки тонкослойных модулей повышается эффективность работы первой ступени на $25 \div 30 \%$.

4. Установка камерно-лучевых смесителей позволяет быстро и качественно смешивать реагенты с обрабатываемой водой, вследствие чего увеличивается эффективность работы коагулянта, а расход реагента снижается на $10 \div 15 \%$.

5. Изменение направления движения воды через фильтрующую загрузку применяется для повышения адаптируемости 2-й ступени очистки к изменениям условий обработки воды. Повышается КПД используемых мощностей.

6. Введение водо-воздушной промывки фильтров помимо экономии воды позволяет повысить эффективность регенерации фильтрующей загрузки, увеличить ее высоту, снизить интенсивность подачи промывной воды, обеспечить надёжность работы фильтровальных сооружений с одновременным повышением качества очищенной воды.

7. Замена загрузки в фильтрах на двухслойную позволяет уменьшить темпы прироста потерь напора и увеличить продолжительность фильтроцикла в $1,5 \div 2$ раза. Пропорционально этому сокращается расход промывной воды. Производительность фильтров увеличивается на $10 \div 15 \%$.

8. Замена дезинфектанта - жидкого хлора на гипохлорит натрия (при возможности приобретения высококонцентрированного гипохлорита натрия). Снижается класс опасности производства.

9. Повторное использование промывных вод позволит уменьшить объёмы сбрасываемого осадка, сократить количество воды, забираемой из водоисточника, снизить расход реагентов.

10. Технологический регламент приводит в соответствие правилам эксплуатации, техники безопасности, охраны труда действия персонала, определяет и систематизирует оптимальные параметры эксплуатации сооружений и этим обеспечивает надёжную, бесперебойную работу всего комплекса водопроводных очистных сооружений.

Специалистами ЗАО «Сибресурс» в течение 9 лет было успешно переведено на ОХА с проведением профессиональной наладки вышеперечисленными методами более 50 сооружений водоснабжения разных городов России, что позволило значительно повысить качество очищенной воды и уменьшить её себестоимость.

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ЙОДА И БРОМА ОКИСЛИТЕЛЬНО-СОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Л.Н. Фесенко, Е.Г. Шевченко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),
Новочеркасск, Россия

Проблема очистки вод, содержащих йод и бром, возникла относительно недавно в связи с расширением масштабов использования подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении, а также в связи с необходимостью очистки производственных йодо-бромных сточных вод до соответствующих норм ПДК. Следует отметить, что в Центральных областях Европейской части России, Карелии, Сибири, Дальнем Востоке, Северном Кавказе имеются значительные запасы пресных подземных вод, содержащих йод и бром, которые после соответствующей их очистки успешно могут быть использованы для целей водоснабжения. Минеральная вода, содержащая йод и бром, широко используется в бальнеотехнике для лечения сердечно-сосудистых, кожных, гинекологических, эндокринных и других заболеваний. С другой стороны, применение минеральной воды в лечебных целях приводит к образованию в курортных зонах значительных количеств послепроцедурных вод, содержащих йод и бром.

Йод и бром, присутствующие в воде, следует рассматривать с двух позиций. Во-первых, это вещества, концентрация которых регламентируется нормативными документами в зависимости от области их использования. Во-вторых, эти компоненты представляют собой сырье для получения чрезвычайно полезных йода и брома.

С учетом требований к разрабатываемой технологии очистки воды от йода и брома и анализа литературных данных наибольший практический интерес представляют сорбционные методы с использованием гидроксидов металлов [1]. Способ извлечения из воды йода и брома с использованием гидроксидов металлов хотя и является привлекательным, но также имеет и существенный недостаток: процент извлечения из воды соединений йода и брома различен и недостаточно высок, что не позволит вести сброс отработанных сточных йодобромных вод в водоемы или в городскую канализационную сеть.

В качестве сорбента из гидроксидов металлов наибольший интерес представляет гидроксид алюминия, который может быть получен в растворе при гидролизе серноокислого алюминия - коагулянта, широко применяемого в практике водоочистки.

При окислении йодид и бромидсодержащих растворов, например, гипохлоритом натрия, образуются различные формы соединений йода и брома: J_2 , J_3^- , J_5^- , J_2Br^- , J_2Cl^- , JCl , JBr , JCl_2^- , $JBrCl$, JBr_2^- , Br_2 , Br_3^- , Br_5^- , $BrCl$, $BrCl_2$. Их количество и взаимное соотношение в растворе определяются величиной pH среды, температурой, концентрацией йодидов, бромидов, хлоридов, дозой вводимого окислителя, а их взаимодействие носит сложный характер [2, 3]. Практический интерес представляет определение степени очистки воды от различных соединений йода и брома в зависимости от дозы сорбента (гидроксида алюминия) и pH раствора при обработке йодных, бромных и йодобромных вод. Для установления эффективности окислительно-сорбционного метода удаления из воды йода и брома была проведена серия экспериментов.

Эти исследования вели в стационарных условиях на модельных водах. Концентрация йодидов составляла 62 мг/л, бромидов - 32 мг/л. Дозу окислителя (гипохлорита натрия) варьировали от 0 до 0,6 мг активного хлора на 1 мг йода или брома с тем, чтобы в растворе находились определенные соединения йода и брома.

Дозы сульфата алюминия были приняты 1000 и 100 мг/л. Процесс вели при pH 5, 6, 7. Степень очистки воды от йода и брома в зависимости от введенной дозы гипохлорита натрия и зоны существования различных соединений йода и брома представлена на рис. 1 и 2, из которых следует, что зависимость степени очистки воды от определенных форм йода и брома носит сложный характер и имеет, как правило, два максимума. Увеличение дозы сорбента и снижение pH улучшает степень очистки воды от йода и брома. Кроме того, наличие в воде йод- или бромсодержащих веществ, соответствующих зонам I и III, увеличивает степень очистки воды, а соединения, характерные для зон II и IV, ее снижают.

При обработке йодобромной воды с концентрацией йодидов 62 мг/л и бромидов 32 мг/л дозу окислителя варьировали от 0 до 0,8 мг/л активного хлора на 1 мг йода. Исследования проводили при pH 5 и дозе сульфата алюминия 1000 мг/л. Как следует из рис. 3 характер зависимости эффекта очистки воды от йода при обработке йодобромных вод отличается от вида кривых, приведенных на рис. 1. Кроме того, эффект очистки воды от йода и брома при обработке йодобромных вод значительно выше, чем для вод, содержащих только йод и бром.

Механизм взаимодействия соединений йода и брома с гидроксидом алюминия основан на электростатическом притяжении ядром и положительно заряженными потенциалопределяющими ионами коллоида гидроксида алюминия отрицательно заряженных ионов йодобромных соединений. Эффективность же удаления ионов йода и брома определяется, в первую очередь, размерами этих ионов, т.е. преимущество имеют те ионы, гидратированный радиус которых меньше.

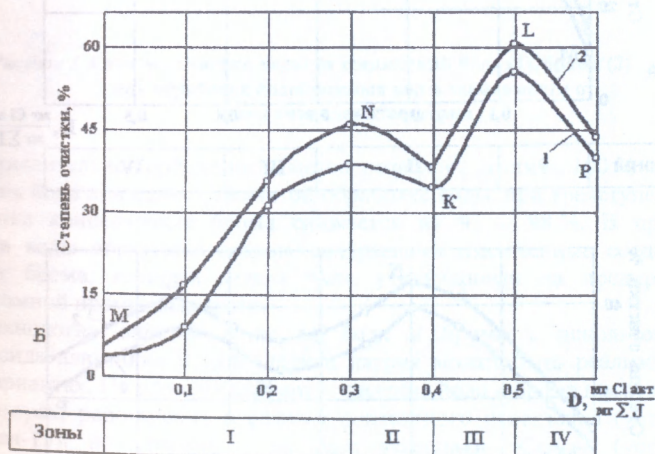
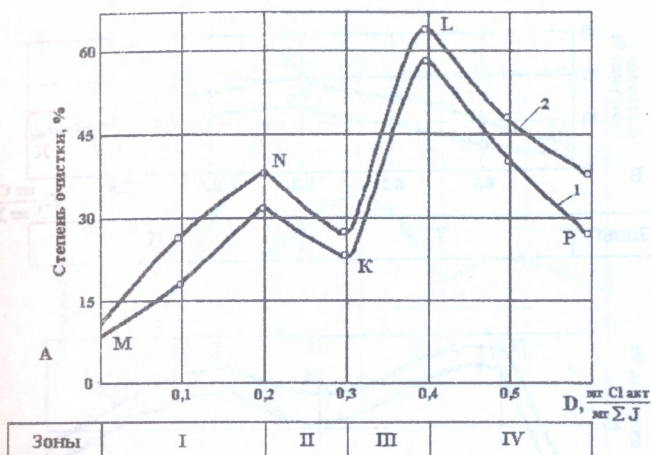
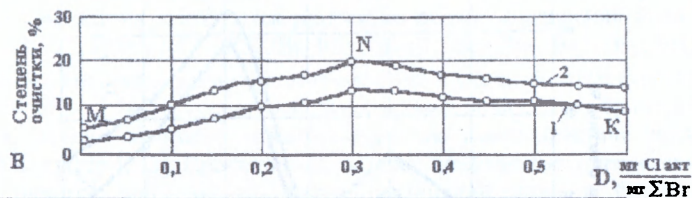
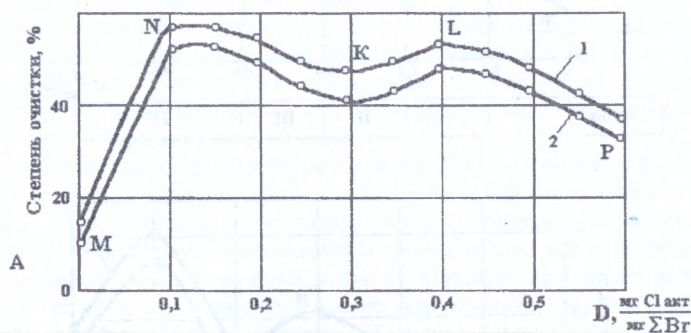


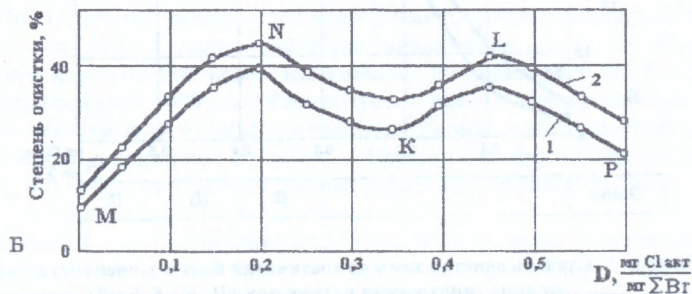
Рисунок 1. Степень очистки воды от соединений йода в зависимости от дозы гипохлорита натрия при pH: А – 5, Б – 7; доза сульфата алюминия, мг/л: 1 – 100; 2 – 1000



Зоны	I	II
------	---	----



Зоны	I	II	III	IV
------	---	----	-----	----



Зоны	I	II	III	IV
------	---	----	-----	----

Рисунок 2. Степень очистки воды от соединений брома в зависимости от дозы гипохлорита натрия при pH: А - 5; Б - 6; В - 7; доза сульфата алюминия, мг/л: 1 - 100; 2 - 1000

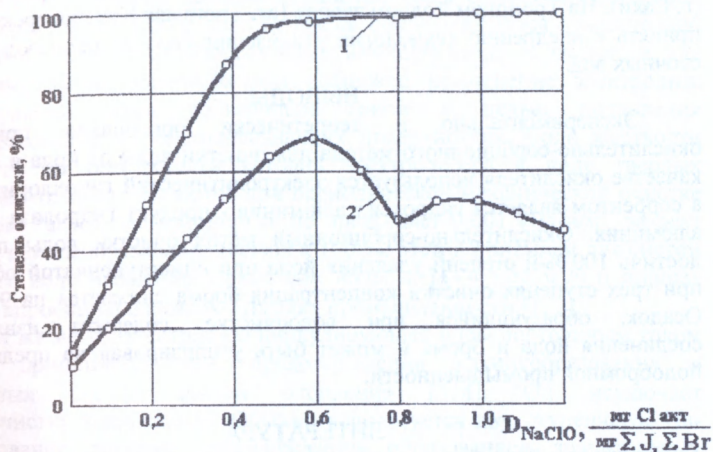


Рисунок 3. Степень очистки воды от соединений йода (1), брома (2) при обработке йодобромных вод в зависимости от дозы гипохлорита натрия

Окислительно-сорбционный метод позволяет достичь 100 % степени удаления йода при одноступенчатой обработке воды, при трехступенчатой обработке концентрация брома снижается на 93 – 98 %. В процессе очистки воды образуется осадок, содержащий извлеченные соединения йода и брома, который может быть утилизирован на предприятиях йодобромной промышленности.

Технология очистки воды от йода и брома с использованием гидроксида алюминия и гипохлорита натрия может быть реализована в двух вариантах. По первому варианту удаление йода и брома производится на фильтрах, работающих в режиме контактного осветления (установка «Галоген-1»); по второму – на базе установки «Струя» (установка «Галоген-2»).

Отличие в работе установки «Галоген-2» от установки «Струя» состоит в том, что предусмотрен двойной ввод гипохлорита натрия и сульфата алюминия: перед тонкослойным отстойником и фильтром, который работает в режиме контактного осветления. Установки прошли практическую апробацию на курорте Саки при очистке послепроцедурных бромсодержащих сточных вод санатория им. Н.Н. Бурденко.

Технологии очистки послепроцедурных йодобромных вод внедрены в санатории «Кавказ» (г. Сочи), бромных вод в санатории им. Н.Н. Бурденко (г. Саки). На Троицком йодном заводе (ст. Троицкая Краснодарского края) принята к внедрению технология утилизации йода из производственных сточных вод.

ВЫВОДЫ

Экспериментально и теоретически обосновано применение окислительно-сорбционного метода для очистки воды от йода и брома. В качестве окислителя используется электролитический гипохлорит натрия, а сорбентом является гидроксид алюминия - продукт гидролиза сульфата алюминия. Окислительно-сорбционный метод очистки воды позволяет достичь 100 %-й степени удаления йода при одноступенчатой обработке, при трех ступенях очистки концентрация брома снижается на 93 - 98 %. Осадок, образующийся при водоочистке, содержит извлеченные соединения йода и брома и может быть утилизирован на предприятиях йодобромной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Извлечение йода, брома и микрокомпонентов жидкими и твердыми сорбентами в йодобромных производствах: Тез. докл. Всесоюз. совещ., г. Саки, 20-22 окт. 1987г. - Черкассы, 1987. - 37с.
2. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Технология йода и брома и их соединений. М.: Химия, 1979. - 304 с.
3. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С., Ходжамамедов А. Применение ионитов для извлечения брома и йода из природных рассолов // Ионный обмен. - М.: Наука, 1981. - С. 201-204.

УДК 628.16:504.45.062

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ИЗ СИСТЕМ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

*А.Я. Найманов, С.Б. Никиша, С.В. Ковтун, А.А. Найманова,
С.В. Островская, С.Е. Антоненко, А.А. Коровина*
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
Макеевка, Украина

Выбросы в окружающую среду образуются в процессах обработки воды в системах водного хозяйства и способны причинить значительный вред окружающей среде. Поэтому при выборе технологии и способа обработки воды приходится стремиться не только к высоким технико-

экономическим показателям, но и к минимизации выбросов и ущерба от них окружающей среде.

Электрохимические методы обработки воды обладают достаточно высокой эффективностью и, в то же время, сопровождаются относительно небольшим количеством выбросов в окружающую среду. В частности, для систем оборотного водоснабжения возможно применение электролиза циркулирующей воды постоянным током с целью подавления накипеобразования на теплопередающих поверхностях. Соли жесткости осаждаются на поверхности катодов электролизера в виде твердых отложений, которые удаляются при периодической механической очистке электродов. Расход электроэнергии не превышает $0,001 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, эффект снижения накипеобразования близок к 100 %. Метод приемлем для систем оборотного водоснабжения с расходом воды до 3 - 4 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ и прошел широкую апробацию в разных отраслях промышленности [1, 2].

Этот же метод электролиза циркулирующей воды постоянным током успешно применяется для предотвращения накипеобразования в водогрейных котлах систем отопления [3, 4]. Он исключает химводоочистку в котельных. Обычно используется двухступенчатое На-катионирование, которое сопровождается образованием значительных количеств высокоминерализованных стоков, сбрасываемых в водоемы. Исключение сброса рассолов при электролизе снижает нагрузку на окружающую среду. Данный метод прошел также длительные испытания в коммунальных системах отопления и рекомендован для небольших котельных мощностью 1,5 - 2 мВт. Недостатком метода электролиза при противонакипной обработке воды, как в системах оборотного водоснабжения, так и отопления, является возможность образования накипи в местах с высоким тепловым напряжением, особенно при кипении воды. Поэтому в котельных необходимо обратить особое внимание на конструкцию горелочных устройств и равномерность распределения теплового потока. Аналогичные проблемы, по данным обследования котельных, характерны и для магнитных аппаратов новых конструкций.

Значительной проблемой в водоснабжении юга Донецкой области является высокая жесткость и солесодержание подземных вод, являющихся практически единственным источником. Жесткость доходит до 24 - 28 мг-экв/л, а солесодержание – 3 - 4 г/л. В большинстве случаев для приготовления питьевой воды используют обратноосмотические установки, однако себестоимость 1 м^3 достигает 1,5 долларов США. Кроме этого, рассолы обратноосмотических установок загрязняют окружающую среду. Для уменьшения количества сбрасываемых солей испытано электрохимическое умягчение подземных вод в диафрагменном электролизере. При расходе электричества 350 - 400 А·ч/м³ жесткость снижалась с 24 до 4 - 5 мг-экв/л. Себестоимость умягченной воды составляла 0,4 доллара США. Применение электрохимического умягчения

перемешивания в смесителях и медленного - в камерах хлопьеобразования позволяет, во-первых, регулировать процесс коагулирования в зависимости от температуры и качества исходной воды, и, во-вторых, существенно повышает эффективность очистки примерно на 20 – 50 % и 50 - 80 % соответственно за счет использования мешалок в смесителе и камере хлопьеобразования. Механическое смешение реагентов с водой обеспечивает также повышение качества очищенной воды по мутности, цветности, остаточному алюминию.

6. Во многих случаях, и особенно при низких щелочности обрабатываемой воды и температурах, целесообразна замена сульфата алюминия оксихлоридом алюминия, который имеет неоспоримые преимущества перед традиционным реагентом.

7. При решении вопроса повышения эффективности процесса коагуляции и реагентной очистки воды необходимо подходить к этой проблеме комплексно и в каждом конкретном случае осуществлять тщательный подбор коагулянта и флокулянта с определением требуемых их доз, а также с учетом всей сложившейся на водоочистной станции ситуации.

УДК 628.162.1

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ В ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАЮЩИХ ВОДООБРАБАТЫВАЮЩИХ УСТАНОВКАХ

И.И. Рождов

COWIconsult International Ltd., Москва, Россия

А.Ю. Черкесов

ООО WTTC, Новочеркасск, Россия

И.Н. Рождов

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),
Новочеркасск, Россия

В процессе изучения и выяснения особенностей технологии очистки подземной воды прямым окислением железа растворенным кислородом на фильтрах исследовалась возможность применения различных фильтрующих загрузок. В качестве фильтрующего материала использовались: дробленый антрацит марки «Пуралат» крупностью соответственно 0,6 - 1,2 мм, 0,8 - 2,0 мм, 1,5 - 3,0 мм, а также кварцевые пески двух месторождений – горы Хрустальной и Волгоградских карьеров.

Опытный стенд состоял из шести фильтровальных колонок из прозрачных пластмассовых труб внутренним диаметром 102 мм и высотой 2 м. Каждая из колонок состояла из двух разъемных элементов, а также верхнего и нижнего оголовков, соединенных на фланцах. Нижний оголовок имел два штуцера – один для отвода фильтрованной воды, а другой для подачи промывной воды и воздуха. В нижнем оголовке закреплен пластмассовый дренажный щелевой колпачок, через который отводился фильтрат и подавалась промывная вода и воздух. В нижней части колонок был устроен дренаж из щебня, которым было заполнено все пространство вокруг щелевого колпачка.

Верхний оголовок имел также два штуцера – один для отвода промывной воды, другой для подачи воды на фильтрование. Также на верхнем торце оголовка установлен шаровый кран малого диаметра для выпуска воздуха.

Высота загрузки в каждой из колонок 1 м.

В режиме фильтрования в верхнюю часть колонок подавалась вода, прошедшая пленочный аэратор-дегазатор очистных сооружений «Кедровый лог» г. Сургута. Исходное содержание железа – $1,8...2 \text{ мг/дм}^3$. Вода на фильтры подавалась под постоянным гидростатическим напором через бачки, расположенные на высоте 2,5 м над уровнем пола. Постоянный уровень в бачках поддерживался с помощью перелива избыточной исходной воды в канализацию. Фильтрованная вода отводилась через шланг от штуцера нижнего оголовка через регулировочный вентиль и переливную воронку. Такая конструкция позволяла отрегулировать требуемый расход через фильтр, легко замерять расход фильтрованной воды и отбирать пробы.

Промывная вода подавалась от напорной линии и отводилась через специальный штуцер в верхней части колонок в канализацию.

Целями опытов было: установление расходов воды на промывку при достижении различного расширения объема загрузки (интенсивности промывки) при использовании только воды; установление режимов промывки фильтров при водо-воздушной промывке; наблюдение за поведением загрузки в процессе эксплуатации фильтров и процессами, происходящими на поверхности загрузки; определение технологии эксплуатации фильтров; выявление наиболее эффективной загрузки для очистки воды от железа.

Стенд был запущен в работу в августе 2004 г.

Длительность фильтроциклов в различных опытах составляла 48 или 24 часа. В начале каждого фильтроцикла на колонках устанавливалась скорость фильтрации $9,5 \text{ м/ч}$. Содержание железа в воде после фильтров, загруженных пуралатом, в продолжении фильтроцикла изменялось незначительно и составляло $0,21...0,25 \text{ мг/дм}^3$; после песчаных фильтров – $0,25...0,3 \text{ мг/дм}^3$. Поверхностная грязеемкость – $1,25 \text{ кг/м}^2$. Через 48 час.

после начала работы скорость фильтрации снизилась на мелком пуралате до 4,9 м/ч, на среднем и крупном – до 8 м/ч.

С первого дня эксплуатации на поверхности загрузки стали появляться хлопья осадка, которые почти полностью удалялись при промывке.

В течение пяти дней произошло потемнение песка обоих видов до бурого цвета. Цвет стабилизировался спустя неделю после пуска фильтров в работу.

Длительное время признаков обрастания зерен пуралата не наблюдалось. Спустя 10 дней после начала опытов стало заметно наличие обросших (порыжевших) мелких зерен пуралата в верхней (5 - 7 см) части загрузки. Порыжевшими были не все зерна верхнего слоя, а мелкие, составляющие небольшой процент загрузки и перемешанные с необросшими зернами. После проведения водяной промывки полного очищения загрузки не произошло, хотя промывная вода в конце промывки была уже совершенно прозрачной. Сразу после промывки проводилось продолжительное (15 мин.) взрыхление загрузки воздухом. Вода над загрузкой при этом стала очень мутной. После последующей повторной водяной промывки количество обросших зерен в верхней части загрузки стало существенно меньше, но они, тем не менее, присутствовали.

Обращает на себя внимание, что при проведении промывки водой при подаче достаточного расхода воды вся загрузка расширяется, переходит во взвешенное состояние, все частицы загрузки активно двигаются друг относительно друга и перемещаются по всей толще загрузки.

При подаче только воздуха (воздушная фаза промывки) толща загрузки раздвигается, наполняется воздухом и пропускает его через себя, практически оставаясь неподвижной. Активная отмывка происходит только в самом верхнем слое загрузки, причем в колонке, загруженной пуралатом мелкой фракции, промывается слой в 15 - 20 см, средней фракции – 7 - 10 см, а крупной – менее 5 см. Очевидно, что движение только верхнего слоя загрузки при подаче воздуха обусловлено малым диаметром фильтра (диаметр в 10 раз меньше высоты слоя загрузки).

При большем соотношении диаметра фильтра и высоты загрузки в водо-воздушную промывку следует ожидать вовлечения большего слоя загрузки.

Можно предположить, что и в промышленных фильтрах также имеются зоны (нижние слои загрузки), не участвующие в процессе водо-воздушной промывки.

Зрительно зерна пуралата существенно меньше обросли осадком, чем песок. При промывке также заметно, что зерна песка выглядят более слипшимися, однако, при сравнении цвета исходного пуралата с

находящимся в фильтре, видно, что изменение цвета на рыжеватый заметно даже на черных зернах.

После проведения промывки на фильтрах, загруженных пуралатом, происходит сортировка зерен, в верхней части концентрируются наиболее обросшие гидроокисью железа.

Визуально можно определить, что, по сравнению с промывкой только водой, при водо-воздушной промывке происходит лучшее отмывание верхних слоев загрузки и частичное истирание хлопьев осадка.

Это обстоятельство позволяет сделать предварительный вывод о том, что при правильно выбранном режиме водо-воздушной промывки возможно проводить полную отмывку пуралата от осадка, обеспечивающую длительную и устойчивую эксплуатацию фильтров. Также для вовлечения в процесс водо-воздушной промывки всего объема фильтрующей загрузки необходимо подавать во время промывки одновременно воздух и воду в точно выверенном соотношении. Это возможно только в случае устройства отдельных систем подачи промывной воды и воздуха. Точное оптимальное соотношение расходов воды и воздуха на промывку можно определить только после проведения экспериментов на фильтрах с соответствующими размерными характеристиками.

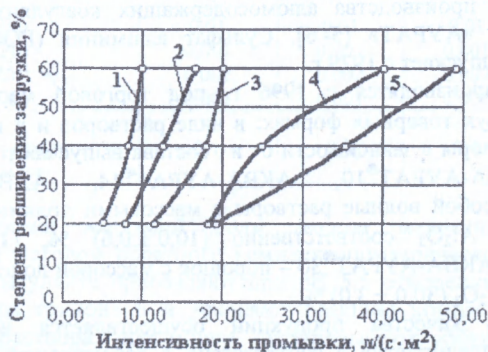


Рисунок 1. Зависимость степени расширения загрузки от интенсивности промывки: 1 – Пуралат 0,6–1,2; 2 – Пуралат 0,8–2; 3 – Пуралат 1,5–3; 4 – песок горы хрустальной 0,8–2; 5 – песок волоградский 0,8–2

Представляют интерес данные, позволяющие определить необходимый расход промывной воды для достижения необходимого расширения загрузки (рис. 1). Как видно из графика, значительное снижение интенсивности промывки при применении пуралата позволит

флокулянта» (САДФ), исключивший влияние «человеческого фактора» и вероятность нарушения пропорций дозирования.

Кроме того, специалистами МУП «Водоканал» и компании «СНФ С.А.» проводятся совместные лабораторные исследования возможности замены флокулянта FL-45С на его порошкообразный аналог. В настоящее время в Ленинградской области заканчивается строительство завода компании «SNF s.a.s. Floerger» по производству флокулянтов для очистки воды. В связи с этим сотрудничество МУП «Водоканал» с компанией «СНФ С.А.» приведет к еще большей экономической выгоде за счет использования флокулянтов российского производства.

УДК 628.162.52(282.247.36)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОГО И АЛЮМИНИЕВОГО КОАГУЛЯНТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДОНСКОЙ ВОДЫ

Л.Н. Фесенко, М.А. Дилина
ЮРГТУ (НПИ), Новочеркасск, Россия

В.Р. Гайдуков
ООО НПФ «Экофес», Новочеркасск, Россия

Вода, используемая сегодня в России для хозяйственно-питьевых целей, на 60 % забирается из поверхностных водоисточников, подверженных негативному антропогенному воздействию. В наиболее тяжелом положении оказываются населенные пункты, находящиеся в низовьях крупных рек. Значительное загрязнение природных вод (гуминовые и фульвокислоты, ПАВ, бактерии и т.д.) делает необходимым при ее подготовке для хозяйственно-питьевых целей использование значительных доз обеззараживающих и коагулирующих реагентов. Самым распространенным из них является жидкий хлор, способствующий образованию в воде токсичных хлорорганических соединений, отрицательно воздействующих на здоровье населения.

Целью настоящих исследований является снижение содержания органических загрязнений в обрабатываемой воде за счет повышения эффективности ее реагентной обработки, что в свою очередь позволит уменьшить дозу обеззараживающего реагента (хлора) и количество хлорорганики в очищенной воде.

Согласно [1, 2] наибольшей эффективностью по удалению органических соединений обладают смешанные железо-алюминиевые

коагулянты, объединяющие в процессе водообработки положительные качества каждой из своих составных частей. Окисное железо (Fe^{3+}) является катализатором окисления органических веществ, находящихся в воде, растворенным кислородом, а его гидроокись – хорошим сорбентом. Железные коагулянты по сравнению с традиционными алюминиевыми лучше работают при низких температурах, образуя более прочные хлопья, в более широком диапазоне значений pH. Коагулянты на основе трехвалентного железа широко применяются за рубежом (Нидерланды, Франция, некоторые города Финляндии) [3, 4]. Опыт их применения в лабораторных и производственных условиях существует и в нашей стране [5].

Лабораторные исследования по применению железо-алюминиевого коагулянта для обработки воды р. Дон проводились на кафедре ВХПиНМ ЮРГТУ(НПИ) в 2003 – 2004 гг. В качестве железосодержащих коагулянтов использовали хлорное железо и железный купорос, в качестве алюминиевого – полиоксихлорид алюминия (ПОХА) торговой марки “АКВА-АУРАТ™30”, выпускаемый заводом им. Войкова (г. Москва). Выбор ПОХА был обусловлен лучшими технологическими характеристиками, которыми обладает этот современный коагулянт по сравнению с традиционным сернокислым алюминием. В период исследований параметры исходной воды были следующими: мутность 4,1 - 27,6 мг/л; pH 7,9 - 8,6; щелочность 3,7 - 4,6 м-моль/л; жесткость 5,6 - 6,4 м-моль/л; перманганатная окисляемость 2,20 - 5,26 мг O_2 /л; температура 9 – 14 °С. Имитировали одно- и двухступенную технологические схемы водообработки с двойным хлорированием по стандартным методикам. Одноступенная схема предполагает использование контактных фильтров, двухступенная – камер реакций вихревого типа и горизонтальных отстойников (существующая схема водообработки на ВОС-1 г. Новочеркаска). В качестве обеззараживающего агента использовался гипохлорит натрия. Дозы NaOCl были приняты равными дозам хлора на ВОС-1 г. Новочеркаска. Реагенты вводились в следующей последовательности: железосодержащий коагулянт, NaOCl , ПОХА. Время между вводом железного коагулянта и хлора составило 1, 5, 15 мин. Для определения влияния на эффективность водообработки в некоторых опытах моделировали предварительное введение железного коагулянта в трубопровод сырой воды (напорный патрубок насоса на водозаборе). В емкость с притертой пробкой вводили расчетную дозу коагулянта, доливали до верха исследуемой водой для отсутствия воздушной подушки и помещали на магнитную мешалку. По истечении времени перемешивания пробу переносили в мерный цилиндр, куда затем поочередно добавляли остальные реагенты. Результаты одной серии опытов пробного коагулирования приведены в табл.

**Изменение показателей качества донской воды
при разных схемах ее обработки коагулянтами**

Технологическая схема	Доза реагента по безводной соли, мг/л			Показатели качества донской воды **					
	FeCl ₃ , мг/л	ПОХА, мг/л	NaOCl, мг/л *	Мутность, мг/л	Щелочность, ммоль/л	pH	Температура, °С	Перман. окисляемость, мг/л	Железо общее, мг/л
Двухступенная	0	7,0	1,0	7,2	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,1	4,2	8,06	—	2,75	0,02
	4,0	3,5	1,0	7,2	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,32	4,1	7,98	—	3,30	0,03
Двухступенная (предварительная коагуляция FeCl ₃ 15 мин.)	4,0	3,5	1,0	7,20	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,21	—	8,07	—	3,38	0,09
	5,0	4,0	1,0	7,20	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,02	—	8,00	—	2,89	0,11
Одноступенная (предварительная коагуляция FeCl ₃ 15 мин.)	4,0	3,5	1,0	7,20	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,26	—	8,01	—	3,00	0,10
	5,0	4,0	1,0	7,20	4,2	8,40	13	4,10	—
			1,2	0,10	—	8,08	—	3,43	0,04

Примечание. * в числителе — доза на первичное хлорирование, в знаменателе — на вторичное;

** в числителе — до обработки, в знаменателе — после.

В результате опытов установлено, что оптимальным для донской воды является предварительное введение железных коагулянтов в обрабатываемую воду: хлорное железо - за 15 мин., железный купорос — за 30 мин. Это позволяет получить сравнимую интенсивность хлопьеобразования при дозах ПОХА в 1,5 – 2 раза меньших, чем без применения железа. В пробах, обработанных железными коагулянтами, остаточный хлор имеет более высокую концентрацию и лучше сохраняется (через 4,5 часа концентрация остаточного хлора составляет от 0,57 до 0,95 мг/л при дозах хлора, указанных в табл.) по сравнению с пробами без применения железа. Таким образом, предлагаемая реагентная обработка позволит уменьшить расход жидкого хлора по сравнению с существующим на 20 – 30 %. Концентрация остаточного железа составляет не более 35 – 40 % от действующих санитарных норм. Снижение окисляемости воды после обработки достигает 20 – 50 % и соответствует требованиям, предъявляемым к воде питьевого качества.

Согласно результатам химических анализов воды р. Дон за 2001-2004 гг., проведенных МУП Горводоканал г. Новочеркасска, в течение сентября - марта мутность воды не превышает 9,35 мг/л, температура находится в пределах от 8 до 27 °С. В эти периоды можно рекомендовать использовать в двухступенной схеме водоочистки смесь коагулянтов – треххлористого железа и ПОХА в соотношении 1 : 1 по безводным солям дозами 2 - 4 мг/л. Для достижения аналогичного эффекта при использовании сернокислого алюминия его доза должна быть в 4 - 5 раз больше дозы ПОХА. При использовании железных коагулянтов в процессе водообработки будет иметь место определенный экономический эффект за счет уменьшения доз ПОХА и хлора.

Таким образом, выполненные исследования показали, что использование железных коагулянтов в процессе водообработки позволит дать определенный экономический эффект за счет уменьшения доз ПОХА и хлора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. - М., 1977.
2. Запольский А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. - Л., 1987.
3. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. - М., 1987.
4. Лиза Пииртола Коагулянты на основе трехвалентного железа для подготовки питьевой воды// Водоснабжение и сан. техника. - 2001. - №3. - С. 36-38.
5. Применение современных химических реагентов для обработки маломутных цветных вод / С.Г. Гумен, И.Н. Даренко, Е.А. Евельсон, Л.П. Русанова // Водоснабжение и сан. техника. - 2001. - № 3. - С. 12-15.

УДК 628.34:665.66

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ РЕАГЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Е.Н. Прянишникова, Н.П. Кузьмина, Д.Г. Осипов

ГУП «Институт МосводоканалНИИпроект», Москва, Россия

Сырая нефть, а также многочисленные продукты ее переработки, широко используемые в народном хозяйстве в качестве топлива, смазок, исходного сырья для нефтехимической промышленности и т.д., попадают