

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОМЫВОК ФИЛЬТРОВ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАГРУЗКОЙ
Журба М.Г., Лямаева Н.А.

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ
Макаренцев В.И., Фрог Н.П.

АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ВОДООЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ СИБИРИ
Пискайкин В.Н., Никифорова Л.О.

АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ РЕАГЕНТА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ "АКВАТОН-10" В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Стрикаленко Т.В., Мариевский В.Ф., Нижник Ю.В., Баранова А.И., Нижник Т.Ю.

АЛЮМОКРЕМНИЕВЫЕ КОАГУЛЯНТЫ-ФЛОКУЛЯНТЫ
Кручинина Н.Е., Шибеши А.К., Тимашева Н.А.

АНАЛИЗ МОНИТОРИНГА ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ КРАСНОЯРСКА
Турутин Б.Ф., Матюшенко А.И., Кулагин В.А.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОДХОДА К СИСТЕМАМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Прохоров Е.И.

БЕЗРЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫЕ ПРИМЕСИ
Журба М.Г., Ганбаров Э.С.

БЕСХЛОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОДООБРАБОТКИ - АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ВОЗ "УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ"
Баранова А.И., Мариевский В.Ф., Нижник Ю.В., Стрикаленко Т.В., Нижник Т.Ю.

БЛОК ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Малыгин К.А., Рукобратский Н.И.

ВЛИЯНИЕ НОСИТЕЛЯ КАТАЛИЗАТОРА РАЗЛОЖЕНИЯ H_2O_2 НА ЕГО БАКТЕРИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ В ВОДЕ
Гутенев В.В., Денисова И.А., Грачев В.А.

ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОЦИДОВ НА МИКРОФЛОРУ БИООБРАСТАНИЯ
Семочкина Н.Ф., Самсонова А.С., Филипшанова Л.И., Петрова Г.М., Менча М.Н.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ГОРОДСКИХ ЗДАНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК
Первов А.Г., Андрианов А.П., Спицов Д.В., Козлова Ю.В.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ "ВОДОПАД" И ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ
Демидович В. Н., Кучумов А. Ф., Добродеев Ю. Е., Белов Д. П., Макаров В.В.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЗУ КОАГУЛЯНТА
Киекбаев Р.И., Кантор Л.И.

ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ ФЛОКУЛЯНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И СТОЧНЫХ ВОД
Ефимов К.М., Гембицкий П.А., Данилина Н.И., Дитюк А.И.

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ИНТЕНСИВНОСТИ БИООБРАСТАНИЙ ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Менча М.Н.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ СОРБЕНТАМИ
Никифоров А.Ф., Аникин Ю.В., Кутергина И.Н., Балакина О.С.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПУТЕМ ОМАГНИЧИВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ РАСТВОРОВ КОАГУЛЯНТОВ
Линевич С.Н., Силаева Е.П.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОАГУЛЯЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРУЕМОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В СМЕСИТЕЛЯХ И КАМЕРАХ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
Моисеев А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОДЯНОГО ПАРА В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА
Петров Ю.В., Азизов А.А., Скрипникова Л.Е., Петрова Е.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВНЫХ УГЛЕЙ
Джалалова Ш.Б., Лавошников В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Исаханова А.Т., Алиев З.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ
Непаридзе Г.Г., Непаридзе Р.Ш.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТАНОВОК "ВОДОЛЕЙ" ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Воробьева С.В., Смирнова В.О., Телушкина Т.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ХЛОРИРОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ВОДЕ
Аругюнова И.Ю., Горина Е.Н., Малышев Б.В., Калашникова О.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ КОАГУЛИРОВАНИЯ ВОД ЭВТРОФИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ С УЧЕТОМ МЕТОДОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ
Журба М.Г., Магомадов З.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БИОРЕАКТОРА-ОКИСЛИТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
Говорова Ж.М., Говоров О.Б.

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА БИОРЕАКТОРАХ С НОСИТЕЛЯМИ ПРИКРЕПЛЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ
Журба М.Г., Квартенко А.Н.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ЗАГРУЗКИ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ
Самсонова А.С., Семочкина Н.Ф., Рылюк В.В., Глушень Е.М., Менча М.Н.

КОМПАКТНЫЕ СТАНЦИИ ОЗОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ, БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ПЕРВИЧНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Исаков В.Д.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРИВЕДЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ В СООТВЕТСТВИЕ С САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИМИ НОРМАМИ
Торопов М.Н.

КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ
Горб Ю.А.

КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ВХОДЕ ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ
Корчагин К.А.

"ЛАЗУРЬ-М" - УНИВЕРСАЛЬНЫЕ БАКТЕРИЦИДНЫЕ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ ВОДЫ
Ульянов А.Н.

ЛОКАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ "ОЗОН-Л"
Безруких Е.Г., Четвергов Н.А.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ ОСНОВНОГО ВЕЩЕСТВА В КАТИОННОМ ПОЛИМЕРЕ ПОЛИДАДМАХ
Скрябин А.Ю., Божко Л.Н., Евстифеев М.М.

МОДЕРНИЗИРОВАННОЕ КОНУСНОЕ РЗУ
Высоцкий Л.И., Забавин Е.Ю., Прохорова Т.Е.

НАДЕЖНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
Василенко С.Л., Петросов В.А.

НАЗЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ - ИСТОЧНИК ПРЕСНОЙ ВОДЫ?
Рустамов Н.А., Андреенко Т.И.

НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДЪЕМА ВОДЫ ИЗ СКВАЖИН ТИПА ЭЦВ
ПРОИЗВОДСТВО ЗАВОДОВ: ОАО "ЛИВНЫНАСОС",
ОАО "БАВЛЕНСКИЙ ЗАВОД "ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ", ОАО "ЛИВГИДРОМАШ
Костюк А.В.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ-АКТИВАТОРЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ХИМИКО-БИОЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ
Денисова И.А., Гутенев В.В., Осадчий С.Ю.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Пантелят Г.С., Кузнецова Л.Н.

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОХЛОРИТА И ВОДОРОДА ПУТЕМ ЭЛЕКТРОЛИЗА -
ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА**
Иткин Г.Е., Черемисинов Л.М.

НОВЫЕ АЛЮМОСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ - РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ
Алексеева Г.Н., Тонков Л.И., Боярский А.Б.

НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ ИЗ ВОДЫ
Мясоедова В.В.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ
Кравченко В.А., Шульженко А.А.

НОВЫЙ ХЕЛАТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КАТИОНОВ МАРГАНЦА
Грачек В.И., Шункевич А.А., Марцинкевич Р.В., Исакович О.И., Солдатов В.С.

**О МЕРАХ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**
Порядин А.Ф.

**О ПРОЕКТЕ ПЕРЕВОДА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. МОСКВЫ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПОХЛОРИТА
НАТРИЯ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ВОДЫ**
Храменков С.В., Вайсфельд Б.А., Браславский Ю.Д., Абреимов А.П.

О СОСТОЯНИИ И МЕРАХ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В Г. АСТАНЕ
Нуркенов Ж.Е., Ауэзова У.Т.

БЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ МОСКОВСКИХ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ
Козлов М.Н., Данилович Д.А., Фомичев С.А., Мойжес О.В.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ
Джалалова Ш.Б., Лавошников В.В.

ОБОБЩЕННАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ В КРУГЛЫХ ТРУБАХ
Высоцкий Л.И.

**ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД И ОСАДКОВ
ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**
Артеменок Н.Д., Урванцева М.И.

**ОБРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТОКОВ И УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ
СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВЫХ ВОД**
Гироль Н.Н., Гироль А.Н., Якимчук Б.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ
РЕГРЕССИИ**
Киекбаев Р.И., Кантор Л.И.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ТРУБ ДЛЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ ТРУБЫ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Коппель Т., Васильев А.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

Первов А.Г., Андрианов А.П., Козлова Ю.В., Ефремов Р.В.

ОПЫТ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЕЗРЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КОГАЛЫМ

Бердышев В.А., Тураева Т.И., Зверев Д.Г.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИОЦИДНОГО РЕАГЕНТА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Жартовский В.М., Нижник Ю.В., Баранова А.И., Нижник Т.Ю.

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ОЧИСТКИ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аскерния А.А., Корабельников В.М., Миголь В.Г.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАО "СИБРЕСУРС"

Богданов Б.А., Ивакин Д.Н.

ОЧИСТКА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД

Медведев А.С., Спасенова Л.Н., Тобилко В.Ю., Корнилович Б.Ю.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД СМЕШАННЫМИ КОАГУЛЯНТАМИ

Круглов А.И., Гетманцев С.В., Пучкель С.Ю., Поповцев В.Л., Шестаков С.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА

ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ташенев К.М.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Первов А.Г., Андрианов А.П.

ПЛАВУЧИЙ ВОДОЗАБОР - ОСВЕТИТЕЛЬ

Мамедов А.Ш.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД

СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Житенев Б.Н., Шеина Л.Е.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТЛЕНИЯ ВОДЫ

НА РОСТОВСКИХ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Скрябин А.Ю., Педашенко Д.Д., Божко Л.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ

СООРУЖЕНИЙ Г. ИВАНОВО

Платонова О.А., Кузьмина Н.П., Ищенко И.Г., Фрог Д.Б., Михайловский К.В.

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА ДЛЯ ОДНОСТАДИЙНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Макарова Н.В., Митченко Т.Е., Митченко А.А., Стендер П.В.

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИТЬЕВЫХ ФИЛЬТРАХ ИОДИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ВОЛОКНИСТЫХ АНИОНИТОВ ФИБАН**

Поликарпов А.П., Белоцерковская Т.Н., Шункевич А.А.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Юстратов В.П., Соловьева Ю.В.

**ПОЛУЧЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ГИДРОКСОАЛЮМИНАТА НАТРИЯ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В
ПРОЦЕССАХ ОСВЕЩЕНИЯ ВОДЫ**

Гомеля Н.Д., Красильникова Т.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИЦИДНОЙ СМЕСИ В ПЕРЕНОСНЫХ ФИЛЬТРАХ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Гутенев В.В., Денисов В.В., Чумакова В.Н., Денисова И.А.

**ПРИМЕНЕНИЕ В ГУП "ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА" АЭРОЗОЛЕЙ АНОЛИТА, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ
АЭРОЗОЛЬНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ "МАГ"**

Амеличкин С.Г., Яковлев Ю.Н., Медведев А.Н.

**ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БИООБРАСТАНИЯМИ НА ПОВЕРХНОСТИ
ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Менча М.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯНТА "АКВА-АУРАТ™30" ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Гетманцев С.В., Сычев А.В., Рашковский Г.Б.

ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ НА РОССИЙСКИХ ВОДОПРОВОДАХ

Гетманцев С.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Первов А.Г., Андрианов А.П.

**ПРОБЛЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАПАХА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОЗИРОВАНИЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ
НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Кармазинов Ф.В., Кинебас А.К., Бекренев А.В., Русанова Л.П.,
Викторовский И.В., Кухарева Г.И., Чернова Е.Н., Лобанов Ф.И., Баутинов А.К.

**ПРОВЕРКА НОВОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ
В КРУГЛЫХ ТРУБАХ СОПОСТАВЛЕНИЕМ РАСЧЕТНЫХ И ОПЫТНЫХ ДАННЫХ**

Высоцкий Л.И.

**ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ,
ПОДАВАЕМОЙ НАСЕЛЕНИЮ ДОНСКИМИ ВОДОПРОВОДАМИ**

Линевич С.Н., Силаева Е.П., Колесник М.Г., Бреус С.А.

**РАЗРАБОТКА ОЗОНО-ОСМО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ
АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

Свердликов А.А., Коптев В.С., Хаханов С.А., Давлятерова Р.А.,
Ткаченко С.Н., Ткаченко И.С., Лунин В.В., Гайдомака С.Н., Тумасов П.В., Пузенков Е.М.

РАЗРАБОТКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОЗАБОРНОЙ СКВАЖИНЫ

Гуринович А.Д., Лис И.П.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ

Ерохин М.А., Какуркин Н.П., Десятов А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБНАРУЖЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Кармазинов Ф.В., Махнев П.П., Бекренев А.В., Бакланов В.С.,
Холодкевич С.В., Иванов А.В., Донченко В.К., Куракин А.С., Корниенко Е.А., Федотов В.П.

РЕАБИЛИТАЦИЯ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНОВ БОРЖОМИ-ХАРАГАУЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Гвахария В. Г., Мгалоблишвили З.И., Адамия Т.М., Габечавა Дж.Ш.,
Балахашвили А.Г., Беденашвили Г.Б., Гамбашидзе Г.О.

РЕАГЕНТНАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Лагунцов Н.И., Нецименко Ю.П., Фартунин А.М., Круглов В.А., Одинцов А.А.

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ БЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ НА ТЮМЕНСКОМ СЕВЕРЕ

Макаров В.В., Шиблева Л.Г.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСОВ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ

Маркарян А., Токмаджян В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Ткачук А.А., Новицкая О.С.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. НОВЫЙ УРЕНГОЙ

Селюков А.В., Куранов Н.П., Маслий В.Д., Смирнов В.В.

РОДНИКИ КАК ФАКТОРЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Орлов А.А.

САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТОГО КАРБОКСИЛЬНОГО КАТИОНИТА ФИБАН К-4, МОДИФИЦИРОВАННОГО БИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СОМОНОМЕРАМИ

Пригожаева Л.М., Шункевич А.А., Поликарпов А.П., Ворса В.Ж.

СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БОРА ИЗ ВОДЫ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И СОДЕРЖАНИЯ АММОНИЯ

Маслов Д.Н.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬХОЗВОДОСНАБЖЕНИЕМ В БЕЛАРУСИ

Гуринович А.Д., Бахмат А.Б., Малей И.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МОСКВЫ

Богомолов М.В.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ

Драгинский В.Л., Алексеева Л.П.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ, ВНЕДРЯЕМЫЕ В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
НОВОСИБИРСКА**

Похил Ю.Н., Давыдов А.Б., Багаев Ю.Г.

СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВЫХ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОДОЗАБОРОВ КАЗАХСТАНА И РОССИИ

Низовкин В.М.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Мамедов А.Ш.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ РЕКИ УФЫ В СТВОРЕ ПОВЕРХНОСТНОГО
ВОДОЗАБОРА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Романовская С.Л., Кантор Л.И.

СТРОИТЕЛЬСТВО СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В Г. НОЯБРЬСКЕ

Селюков А.В., Куранов Н.П., Алексеев А.А., Ольхов В.А.

СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОКИРНИЦКОЙ ЦЕОЛИТОВОЙ ЗАГРУЗКИ

Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук В.О.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ВЫБОРУ МЕТОДА УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ СЕРОВОДОРОДА И СЕРЫ**

Линевич С.Н., Гетманцев С.В.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ
С ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ**

Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук В.О.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД

Пискайкин В.Н., Никифорова Л.О.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Свяжина И.И., Большаков А.А.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИСТИЛЛЯТА ДОУ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ**

Ивлева Г.А.

**ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СТРАНАХ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

Сарсембеков Т.Т., Сарсембеков Н.Т.

**УДАЛЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ ФОРМ МАРГАНЦА
ИЗ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.ЕКАТЕРИНБУРГА**

Брусницына Л.А.

**УЛУЧШЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ
ЭВТРОФНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ**

В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА СТАНЦИЯХ Г.ИЖЕВСКА

Помосова Н.Б. Становских А.А. Ткачук Е.А.

УМЕНЬШЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПУТЕВОЙ РАЗДАЧИ ВОДЫ ИЗ НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ ДОБАВОК ПОЛИАКРИЛАМИДА
Чернюк В.В., Орел В.И.

УМЯГЧЕНИЕ И ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ КРЕМНЕЗОЛЯМИ
Хизриева И.Х., Алиев З.М.

УСТАНОВКА ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Балоян Б.М., Голубков В.Г., Якимович О.И., Ивенин В.А., Чуднова Т.А.

УСТАНОВКИ ДООЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
Псахис Б.И.

ФОРМИРОВАНИЕ БИООБРАСТАНИЙ НА ТРАДИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
Менча М.Н.

ФТАЛАТЫ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ Г.УФЫ
Вождаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Гребнева Ю.В., Киреева Е.Н.

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАУ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ УФЫ
Васильева А.И., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ФИЛЬТРОВАНИЕМ ЧЕРЕЗ ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ
Грабовский П.А., Гуринчик Н.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУАКТИВНЫХ И АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОГОЛОВКОВ ВОДОЗАБОРОВ ОТ МЕСТНОГО РАЗМЫВА
Высоцкий И.С.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ БАРОМЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ СОЛЕСОДЕРЖАНИИ ИСХОДНОЙ ВОДЫ
Лысюк В.С., Шевцов В.Н., Максютя А.В., Титамир О.Н., Рисухин В.В.

ЭФФЕКТ ВОДО-ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ В ЗЕРНИСТОМ СЛОЕ
Аюкаев Р.Р., Графова Е.О., Веницианов Е.В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Ивкин П.А., Латышев Н.С.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОМЫВОК ФИЛЬТРОВ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАГРУЗКОЙ

Журба М.Г., Лямаева Н.А.

ГУП "МосводоканалНИИпроект", Москва, Россия

Требуемая эффективность работы всех фильтров с зернистым фильтрующим слоем в процессе их эксплуатации во многом зависит от принятых и строго соблюдаемых для них способов и режимов промывки; контроля отсутствия накопления остаточных загрязнений; надежности и эффективности технических средств, с помощью которых осуществляется промывка.

Промывка плавающей загрузки, в отличие от загрузок с плотностью зерен больше плотности воды, осуществляется в нисходящем потоке промывной воды, поступающей из надфильтрового пространства корпуса фильтра. При этом в большинстве случаев отпадает необходимость в специальных промывных насосах и емкостях промывной чистой воды. При малых значениях скорости движения воды этот процесс может рассматриваться как фильтрование в направлении убывающей крупности гранул загрузки. При этом гранулы загрузки диаметром более 2,0-3,0 мм находятся в неподвижном состоянии. При достижении величины первой критической скорости нисходящего промывного потока воды и превышении вектора силы тяжести задержанных загрязнений и промывного потока над выталкивающей силой Архимеда затопленной плавающей гранульной загрузки происходит расширение фильтрующего слоя, увеличение его пористости и переход гранул из плотного состояния в состояние беспорядочного движения в определенном объеме.

Преимуществом плавающих загрузок является совпадение направлений векторов потока промывной воды и силы тяжести задержанных ранее и вымываемых загрязнений. Хорошая подвижность и транспортабельность легких вспененных гранул полистирола в воде создают условия для использования водозономных специфических методов их отмычки от загрязнений с применением гидроавтоматических систем сифонной зарядки коллекторов промывной воды.

Для промывки зернистых фильтрующих слоев применимы как электрические, так и гидро-, воздушно- и гидровоздушные системы автоматизации.

Процессы промывки по гидравлическим безарматурным схемам загрузок могут реализовываться на станциях любой производительности. Примером может служить гидравлическая промывка фильтров типа ФПЗ-1, на которых вода фильтруется снизу вверх, а загрузка в процессе промывки расширяется в нисходящем промывном потоке.

По мере заиливания загрузки фильтра уровни воды в подающем трубопроводе и восходящей трубе сифона повышаются. Когда уровень воды в восходящей трубе сифона достигает верха сифона, часть воды начинает переливаться в нисходящую трубу, постепенно заполняя ее. Образовавшийся в нисходящей трубе водяной столб начинает отжимать вниз плавающий запорный клапан. Клапан погружается и открывает выпускной конец сифона. Выпуск воды, накопившейся в нисходящей трубе сифона, вызывает поступление в него новых порций промывной воды из фильтра и полную его зарядку. Вследствие этого чистая промывная вода из надфильтрового пространства устремляется с большой скоростью сверху вниз, расширяет слой загрузки, увеличивая ее межзерновую пористость, и в течение 2-4 минут выносит задержанные загрязнения через сифон в коллектор промывной воды.

Системы зарядки сифонов отвода промывной воды различаются методами и устройствами для создания разрежения в нисходящих их ветвях (поплавковые, воздушно-электрические, эжекторные и др.)

Практика применения различных систем автоматических промывок загрузок показала значительный их эффект, достигаемый за счет снижения эксплуатационных затрат и повышения надежности работы водоочистных станций.

Преимущества таких сооружений и установок заключаются, в первую очередь, в полном или частичном исключении запорно-регулирующей арматуры, сокращении численности обслуживающего персонала, сокращении продолжительности промывки загрузки, назначаемой по времени достижения предельных потерь напора в фильтрующем слое.

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ



Макаренцев В.И., Фрог Н.П.
ЗАО ПО "Совинтервод", Москва, Россия

Качество воды в водопроводах большинства городов не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1076-01 на питьевую воду. Очистка воды для питьевых целей в подавляющем большинстве случаев в России производится с помощью технологий начала XX века, которые не обеспечивают очистку воды от современных видов загрязнений.

Наряду с этим, как показала практика строительства очистных водопроводных сооружений с современной озono-сорбционной технологией в США (Мегаполис Лос-Анжелес) качество воды, полученное на очистных сооружениях, не удается сохранить при транспортировании воды по разводящей сети. Происходит повторное загрязнение вследствие обрастания внутренних стенок труб осадком, накапливающим физические, химические и бактериологические загрязнения. Трудно удержать и гигиеническую надежность в аварийных ситуациях. Из-за этого обстоятельства, чтобы избежать вспышек инфекций, в микрорайонах на разводящей сети вынуждены были задействовать хлораторные установки. Вот так отлично очищенная на головных очистных сооружениях вода в местах потребления обогащается вредными для здоровья хлорорганическими соединениями.

Стоимость очистки воды в современных условиях с учетом требований к физиологически полноценной питьевой воде доходит до одного доллара США за 1 м³, а это заставляет специалистов задуматься, а стоит ли доводить ее до питьевой кондиции, чтоб сбрасывать более 90% в канализацию (унитаз, ванна, стирки, мытье посуды, уборка помещений и т.п.).

Из этого, казалось бы безвыходного положения, общество нашло "выход" в бутилировании питьевой воды. Однако стоимость бутилированной воды сегодня достигает 10-15 рублей за литр и это конечно не является "выходом" для большинства населения. Что же касается качества, то бутилированная вода, в большинстве случаев, не является полноценной в физиологическом отношении.

Так есть ли действительно выход из этой ситуации? Оказывается есть.

В целях ускоренного и эффективного (в течение 4-5 лет) решения проблемы группой ученых и специалистов московских организаций: ЗАО ПО "Совинтервод", НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина РАМН, Ассоциации "Вода-Медицина-Экология", Московского центра внедрения науки и техники "Москва", Международной общественной Академии экологической безопасности и природопользования было предложено принять на перспективу концепцию, основанную на широком использовании автономных систем доочистки водопроводной воды и пригото-

вления питьевой воды в местах ее непосредственного потребления. Внедрение такого подхода крайне актуально, т.к. на порядок снижаются потребные инвестиции, сроки освоения, и надежно во всех отношениях решается проблема.

Суть нового подхода состоит в следующем:

- воду, подаваемую населению на хозяйственные нужды, следует поделить на воду для питья и приготовления пищи, (ее расход составляет 7-12 литров на человека в сутки) и воду на бытовые нужды (100 и более литров на человека в сутки, в зависимости от степени благоустройства жилья);
- воду, подаваемую на бытовые нужды обеззараживать и подвергать очистке от загрязнений, которые способствуют обрастанию трубопроводов (обработка ингибиторами и средствами стабилизации, обезжелезивание);
- воду, подаваемую населению для питья и приготовления пищи, доводить до кондиции, соответствующей высшей категории качества (СанПиН 2.1.4.1116-02). Приготовление питьевой воды проводить в местах, максимально приближенных к ее потреблению. Для этого многоэтажные дома оборудуются автономными системами приготовления питьевой воды. Появляется третий кран на кухне (холодная, горячая и питьевая) с отдельным счетчиком. Микрорайоны с одноэтажной застройкой оборудуются автономными системами, которые обеспечивают приготовление питьевой воды и розлив ее в тару населения по цене от 0,1 до 0,5 рубля за литр (по данным ПО "Совинтервод"). По этой же схеме обеспечиваются питьевой водой и сельские населенные пункты;
- одновременно автономными системами оснащаются лечебно-профилактические, детские дошкольные и школьные учреждения, учебные заведения, здания, в которых размещаются учреждения и фирмы, промпредприятия, предприятия общепита, гостиницы и т.п.

ПО "Совинтервод" для оборудования автономных систем разработал систему универсальных модулей установок приготовления питьевой воды (УППВ). Эта система до сих пор не имеет аналогов ни в России, ни за рубежом. В модулях этой системы реализованы самые последние достижения научно-технического прогресса в мембранных технологиях и процессах озono-сорбции. Технологическая схема УППВ предусматривает приготовление питьевой воды в физиологическом отношении полноценной и отвечающей требованиям высшей категории качества (СанПиН 2.1.4-1116-02).

Система модулей установок приготовления питьевой воды (УППВ) включает в себя модули двух типов и трех типоразмеров:

- I тип - для обработки пресной воды (УППВ-П);
- II тип - для обработки вод повышенной минерализации (УППВ-М).

Типоразмеры для обоих типов производительностью - 2, 15 и 25 м³/сут.

I тип предназначен для использования на существующих водопроводах с несовершенной очисткой и пресных водоисточниках, 2-й тип предназначен для использования в местах со слабоминерализованными водами.

Модули мощностью 2 м³/сут могут обеспечить питьевой водой 1 подъезд 16-17 этажного дома, модули 15 м³/сут пригодны для обеспечения 2-3 многоэтажных

жилых домов. Модули 25 м³/сут целесообразно использовать для строительства пунктов по приготовлению и раздаче питьевой воды в одноэтажных и малоэтажных микрорайонах городов и сельских населенных пунктах.

Как показали расчеты, проект создания автономных систем характеризуется как высоко эффективный не только с точки зрения гигиенической и технической надежности, но и как высоко эффективной в финансовом отношении.

В результате осуществления проекта бюджет и внебюджетные фонды получают значительные средства налоговых поступлений и за счет начислений на зарплату эксплуатационного персонала АС.

Срок окупаемости проекта - 19 месяцев.

АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ВОДОЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ СИБИРИ

Пискайкин В.Н.

МУП АМО "Ангарский Водоканал", Ангарск, Россия

Никифорова Л.О.

ООО "Техномост Сервис", Москва, Россия

В настоящее время на станциях водоочистки в городах Сибири промывные воды с фильтров без очистки сбрасываются в реки. Эта серьезная проблема стоит и перед большим количеством водоочистных станций России. Типовые проекты, разработанные "Союзводоканалпроектом" (г. Москва) и внедренные в сибирском регионе, предусматривают повторное использование промывных вод. Опыт эксплуатации показал, что данное техническое решение приводит к образованию замкнутого цикла и накоплению соединений железа, меди и мельчайших частиц взвеси, приводящее в результате к ухудшению качества очищенной питьевой воды по мутности, содержанию остаточного алюминия и превышению микробиологических показателей.

В связи с тем, что эксплуатационные службы осознают важность и актуальность данной проблемы, в цехе водоочистных сооружений МУП АМО "Ангарский Водоканал" с 2004 года проводятся работы по апробированию технологических методов очистки промывных вод с фильтров, способных обеспечить защиту сибирских рек от техногенных нагрузок. Проведенный анализ значений

химических показателей промывных вод позволил определить, что в первые три минуты промывки концентрации контролируемых показателей имеют высокие значения. Поэтому необходимо направлять промывные воды первых трех минут от начала промывки в накопительную емкость и далее на очистку. Дальнейшие объемы промывных вод не содержат высоких концентраций тяжелых металлов и бактериологических загрязнений, поэтому их можно без очистки направлять в открытые водоемы. Это позволит разорвать процессы диспергирования взвеси и накопления тяжелых металлов в очищаемой питьевой воде на станциях, где промывные воды направляются на повторное использование, а для станций со сбросом промывных вод в водоемы соответственно уменьшить объемы очистных сооружений и использовать эффективные новые технологии для очистки этих видов вод.

Результаты экологического мониторинга по контролируемым показателям промывных вод на водоочистной станции "Ангарский Водоканал" представлены в таблице. В таблице представлены усредненные показатели из трех отборов проб с интервалом в 10 дней.

Таблица. Результаты экологического мониторинга за 2004-2005 гг.

	Дата отбора		Значения ингредиентов (*), мг/дм ³			
	Взвешенные вещества	ХПК	Железо (общее)	Медь	Молибден	ОМЧ, КОЕ/1мл
май 2004	1340,6	599,0	12,3	0,22	0,01	1000
июль	730	335,9	5,65	0,005	0,65	2090
июнь	1025	287,3	3,4	0,003	0,23	3500
июнь 2005	3191,5	202,7	3,08	0,006	0,037	3440
июль	633,0	153,0	0,88	0,0025	0,01	4480
август	90,2	136,3	0,81	0,0087	0,014	4100
ноябрь	164,0	279,6	3,2	0,005	0,038	3920
декабрь	178,5	98,7	0,41	0,005	0,11	9600
(*) - отбор проб проводился через каждые 30 секунд в первые три минуты промывки						
Химические показатели воды из реки Ангара						
Январь 2004-декабрь 2005 г.г.	0,61...1,66	окисляемость (перманганат.) 1,25...3,58	менее 0,05	менее 0,002	менее 0,0025	462...758

Полученные результаты показывают, что в створе выпуска промывных вод создаются неблагоприятные условия для планктона открытых водоемов по концентрациям тяжелых металлов, способных ингибировать биохимические процессы. Наблюдается также значительное увеличение концентрации бактериальных загрязнений, которые требуют особого внимания со стороны эксплуатационных служб водоочистных станций и контролирующих организаций.

В связи с такой ситуацией в 2004 году была установлена пилотная установка, на которую поступают промывные воды с расходом 75...80л/мин. Отбор проб осуществлялся в первые три минуты промывки. В настоящее время проводятся пилотные исследования по использованию технологии воздействия электростатического поля на эффективность осветления промывных вод с гранодиоритовых фильтров. В 2005 году были определены, что для достижения максимального

эффекта осветления промывных вод и обеззараживания на уровне 30...50%, необходимо поддерживать скорость потока в трубе через электростатический блок $1,7 \leq V \leq 4,0$ м/с при продолжительности отстаива-

ния 45...50 минут. Эффективность удаления взвешенных веществ при таких режимах эксплуатации составляет 87..94%, снижение величины ХПК на уровне 55...63%.

АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ РЕАГЕНТА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ "АКВАТОН-10" В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Стрикаленко Т.В.

Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Одесса, Украина,

Мариевский В.Ф., Нижник Ю.В., Баранова А.И.

Научно-технологический центр "Укрводбезпека", Киев, Украина

Нижник Т.Ю.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Развитие технологий специальных методов водообеспечения населения (в т.ч. - с использованием водоочистных устройств-систем коллективного пользования), то есть производства питьевой (доочищенной) воды, было инициировано потребителями - на том этапе, когда стали очевидными риски для здоровья от употребления воды "из крана". Для обеспечения эпидемиологической безопасности доочищенной воды на разных этапах ее приготовления используют ряд реагентов, однако практически все они эффективны на одном из этапов. Задачей работы было разработать алгоритм (т. е. совокупности и порядок действий для решения конкретной задачи) применения полимерного реагента комплексного действия "Акватон-10" в производстве питьевой доочищенной воды. Реагент "Акватон-10" разрешен к применению в практике водоподготовки в Украине; действующим веществом этого реагента является полимерное производное гуанидина (ПГМГ); ПГМГ идентифицирован как биоцид согласно Директиве 98/8/ЕС и Комиссии по регулированию №032/2003, №048/2005.

Изучена эффективность растворов биоцидного реагента "Акватон-10" для обработки воды, емкостей для ее хранения и транспортировки, трубопроводов и шлангов (лабораторные и натурные испытания). Показано, что дезинфекцию резервуаров для воды можно проводить методами "наполнения" или "орошения внутренних поверхностей" - эффективными и достаточными являются растворы биоцида в концентрации 5-10 мг/л (норма расхода 0,9-1,0 л/мл; экспозиция - 45-60 мин; слив остатков раствора реагента "Акватон-10" - через горловину в сборную емкость (для повторного использования) или в канализационный люк). Оптимальная температура растворов, используемых для санитарной обработки емкостей для хранения и транспортировки воды, $+25^{\circ}\text{C}/-/+45^{\circ}\text{C}$; после дезинфекции не требуется их дополнительное ополаскивание. Обработанные резервуары необходимо использовать по назначению (для заполнения питьевой водой - продукцией предприятия) в течение

24 час. после обработки. Для дезинфекции растворами реагента "Акватон-10" трубопроводов и шлангов рекомендовано использовать метод "наполнения" (концентрация и экспозиция - аналогичные). Используемые для дезинфекции концентрации биоцида практически не зависят от химического состава воды, предлагаемой для последующего наполнения резервуаров для транспортировки воды и реализации населению. Остаточные концентрации реагента в воде, которой наполняли емкость после обработки, были ниже чувствительности метода определения этого биоцида (т.е. $<0,1\text{мг/л}$). Показано, что после обработки емкостей биоцидом в исследованных концентрациях уровень мутагенности воды снижается. Побочные продукты дезинфекции в воде не выявлены. Для определения остаточной концентрации препарата в растворах, используемых для дезинфекции, разработан экспресс-метод.

Персоналу, участвующему в процессе водоподготовки и реализации воды, рекомендуется перед началом и во время работы, после мытья рук ополаскивать их в растворах реагента концентрацией 6-10 мг/л.

Заключение. Представленный в настоящей работе алгоритм применения реагента "Акватон-10" в производстве питьевой (доочищенной) воды успешно апробирован в ряде городов Украины. По результатам выполненных исследований разработаны методические рекомендации. Считаю важным отметить высокую эффективность этого реагента и в тех случаях, когда для обработки резервуаров, инфицированных *P.aeruginosa*, было недостаточно эффективности традиционно используемых реагентов (растворы гипохлоритов, Септодор, перекись водорода и др.), ибо профилактические мероприятия практически всегда более эффективны, чем "корректировка проблем по мере их возникновения".

АЛЮМОКРЕМНИЕВЫЕ КОАГУЛЯНТЫ-ФЛОКУЛЯНТЫ

Кручинина Н.Е., Шибеши А.К., Тимашева Н.А.

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, Москва, Россия

В процессах водоочистки и водоподготовки важную роль играет коагуляционная очистка. Чаще всего в качестве коагулянта используется сульфат алюминия (СА). Известно, что добавление к СА активной кремниевой кислоты в ряде случаев интенсифицирует процесс очистки. Технология получения СА и активной кремниевой кислоты достаточно сложна. В течение ряда лет на кафедре промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева ведутся исследования коагуляционной очистки сточных вод с использованием алюмокремниевого флокулянта-коагулянта (АКФК), получаемого вскрытием Al-Si-содержащего сырья и заведомо содержащего СА и кремниевую кислоту. АКФК получается в виде раствора, его кристаллизация и гранулирование нецелесообраз-

ны, так как существенно повышают стоимость целевого продукта. Транспортировка жидкого коагулянта тем более нерентабельна. Поэтому для предприятий, обеспечивающих очистку больших объемов вод, необходимо производство АКФК на месте его потребления, с использованием сырьевых источников, максимально приближенных к потребителю. Таким сырьем могут быть: нефелиновый концентрат, хвосты апатитовой флотации, уртит, каолин и т.д. Сернокислородное вскрытие позволяет получить растворы АКФК на основе уртитов Кия-Шалтырского месторождения, нефелиновый концентрат и нефелиновые хвосты флотационного обогащения апатит-нефелиновых руд Кольского полуострова, каолин (табл.).

Таблица. Эффективная концентрация АКФК

	Каолин	Нефелиновый концентрат	Нефелиновые хвосты	уртит
Al, г/л	24,2	11,0	7,0	7,1
Si, г/л	0,42	11,10	7,71	7,96

Установлено, что для вскрытия каолина необходимо предварительное прокалывание при $t=600^{\circ}\text{C}$ в течение 30-60 минут.

Исследование флокуляционно-коагуляционных свойств полученных растворов проведено на модельных растворах железа (III) $\text{CFe} = 1,36$ мг/л и модельной суспензии взвешенных веществ $\text{СВВ} = 340$ мг/л. Проведены сравнительные эксперименты по удалению железа и взвешенных веществ из модельных систем сульфатом алюминия при одинаковых дозах коагулянтов по Al_2O_3 .

Показано, что использование всех полученных коагулянтов-флокулянтов позволяет снизить содержание

железа до 0,02-0,1 мг/л, взвешенных веществ - до 1-6 мг/л. Активная кремниевая кислота, выступая "помощником" сульфата алюминия, обеспечивает более быстрое осветление и обесцвечивание обрабатываемой воды.

При этом отмечено снижение концентрации остаточного алюминия при использовании АКФК по сравнению с сульфатом алюминия.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о конкурентоспособности алюмокремниевых флокулянтов-коагулянтов по сравнению с традиционным сульфатом алюминия.

АНАЛИЗ МОНИТОРИНГА ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ КРАСНОЯРСКА



Турутин Б.Ф.

Красноярская государственная архитектурно-строительная академия, Красноярск, Россия

Матюшенко А.И.

ООО "Красноярский жилищно-коммунальный комплекс", Красноярск, Россия

Кулагин В.А.

Красноярский государственный технический университет, Красноярск, Россия

В настоящее время оценка работы систем водоснабжения производится по фактическому водопотреблению без уточнения его структуры. Оно зависит от большого числа взаимосвязанных факторов: вида потребителя, климата, санитарно-технического оборудования, числа потребителей, давления в системе, ее схемы, уровня эксплуатации, этажности застройки и т.д. Условно факторы делятся на физиологические, трудно поддающиеся воздействию; социальные, несколько более гибкие; технические, имеющие наибольшее влияние на водопотребление и поддающиеся воздействию в наибольшей степени.

В соответствии с законодательными актами Красноярского городского совета установлены нормативы потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение на одного жителя города в размере 0,207 Гкал в месяц, что соответствует расходу 120 литров горячей воды в сутки приведенной к температуре 60°C.

По данным энергоснабжающих организаций, а также результатам исследований проведенных в 2004-2005 годах, фактическое потребление горячей воды существенно превышает установленный норматив, достигая 180-210 литров в сутки на человека.

Внутренние водопроводы холодной и горячей воды составляют значительную часть водохозяйственного комплекса. Удельное водопотребление в жилом секторе больших городов составляет 300-400 л/(чел.-сут), что значительно выше проектных и социальных (235 л/(чел.-сут) норм. Это свидетельствует о значительных потерях воды в системе.

Причины потерь воды носят социальный характер. Это прежде всего - несоответствие между социальной значимостью и социальным отношением, к воде, что обесценило ее и породило бесхозяйственное отношение к ней. Отсутствует единая нормативная база, необходимая для управления всей системой в направлении экономии воды, а также объективная и достаточная информация о процессах, происходящих в системе. Цено- и тарифообразование на воду несовершенно и не отражает реальных народнохозяйственных затрат. Не производится в массовом количестве водосберегающее оборудование.

Таким образом, высокий уровень водопотребления, включающий значительную долю потерь, обусловлен комплексом причин. Эти причины находятся в сфере

эксплуатации, управления, проектирования, науки, строительства и вызваны определенным социальным отношением к воде как к неисчерпаемому, дешевому, а, следовательно, второстепенному ресурсу.

В данной работе приводятся результаты натурных обследований жилого сектора г. Красноярск. Анализ полученных результатов показывает, что фактическое водопотребление существенно превышает нормативное и достигает величин 600-700 л/(сут.чел.). Водопотребление в течение суток и по дням недели характеризуется высокой неравномерностью. Значительное водопотребление в ночное время суток в большей степени обуславливает и итоговое значение суточного расхода на одного человека вызвано, очевидно, внутрисемейными и внутриквартирными утечками. Возможно также и несанкционированное подключение к внутрисемейным водопроводам и др., что требует детального обследования эксплуатационными службами, обслуживающими эти объекты.

На основании представленных и обработанных данных определено среднесуточное фактическое потребление горячей воды одним жителем г. Красноярск в зависимости от времени года:

- максимальное среднесуточное потребление горячей воды 208,35 литров в сутки на 1 человека приходится на январь месяц, которое на 18 % превышает усредненное в течение года значение;
- минимальное среднесуточное потребление горячей воды 103,8 литра в сутки на 1 человека приходится на июль месяц, которое на 41,5 % ниже усредненного в течение года значения;
- усредненное в течение года фактическое потребление горячей воды одним жителем составляет 176,3 литра в сутки приведенной к температуре 60°C, определенное по выборке включающей 143 жилых дома расположенных в разных районах города и численностью проживающих около 32000 человек.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном превышении (на 46,8%) фактического потребления ГВС над установленными нормами потребления горячей воды одним жителем города Красноярск.

Поскольку потребление горячего и холодного водоснабжения взаимозависимо, процессы взаимосвязаны и существенно зависят от внешних условий, необходимо

их рассматривать совместно и с учетом затрат тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Рациональное использование воды питьевого качества не только обеспечивает экономию значительных материальных и энергетических ресурсов, но одновременно способствует решению задачи охраны и защиты водоемов нашей страны от истощения и загрязнения.

В связи с тем, что в настоящее время у большинства городов нет возможности привлечения для водоснабжения новых источников, упорядочение водопотребления за счет сокращения и устранения потерь питьевой воды во всех сферах народного хозяйства, включая жилой фонд, является проблемой общегосударственного значения.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОДХОДА К СИСТЕМАМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Прохоров Е.И.
ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия

Ужесточение экологических требований, высокая плата за свежую воду и ее сброс в водоемы, и система штрафов за сброс загрязнений ложатся тяжелым бременем на бюджет предприятий. Поэтому, рациональное использование воды является частью основных составляющих рентабельности производств и их экологической безопасности.

Основой создания рациональной схемы водопользования, является водный баланс составленный на основе замеров фактического потребления и отведения воды на производстве. Поэтому, установка приборов учета воды во всех цехах и производствах и водооборотных системах является обязательным условием составления реального водного баланса и экономии воды. По данным НИИ ВОДГЕО анализ водного баланса предприятия позволяет даже без проведения сложных и дорогостоящих мероприятий определить причины непроизводительных потерь воды и сократить общее потребление и сброс воды приблизительно на 30%.

Основными направлениями экономии воды являются: применение безводной или маловодной технологии и организации технологических водооборотных циклов путем локальной очистки сточных вод и возврата их в производство и совершенствование работы охлаждающих водооборотных систем.

Водооборотные охлаждающие системы обеспечивают до 90% общей потребности в воде промышленных производств, поэтому, чем эффективнее они работают, тем, экономичнее общая система водопользования предприятия. Крупные водооборотные системы промышленных предприятий и производств, запроектированные и построенные 20-30 лет назад с учетом специфических экономических и политических условий в стране уже давно не удовлетворяют современным требованиям: большая протяженность и изношенность (до 80%) сетей, охладители воды требуют массового ремонта, насосы также изношены и работают не в оптимальных режимах. На территориях крупных предприятий появилось множество самостоятельных субъектов хозяйст-

вования, изменилась номенклатура и технология производств, в связи с чем, сохранение старых схем подачи, использования и отведения воды стало нецелесообразным.

Диверсификация производства и освоение новой продукции требуют гибкости от систем оборотного водоснабжения и возможности изменения параметров работы водооборотных систем без существенных капитальных затрат. Такие системы могут быть созданы на основе локальных водооборотных циклов с градирнями заводского изготовления, которые могут быть применены также для ремонта традиционных охладителей воды.

Единого подхода к совершенствованию работы систем оборотного водоснабжения пока не существует. Одним из препятствий повышения эффективности промышленного использования воды является отсутствие квалифицированных кадров. Поэтому развитие экологического образования и мышления у технического персонала становится частью общего подхода к вопросам рационального использования воды.

Рассмотрение водного баланса совместно с ситуационным планом предприятия позволяет определить возможность совершенствования схемы путем выделения отдельных цехов или производств из общей водооборотной системы предприятия и создания собственных водооборотных циклов.

Действия для достижения поставленных целей можно определить как: повышение экологического образования и развитие экологического мышления у технического персонала; развитие базы приборного учета воды на предприятиях; составление фактического баланса воды и тщательный его анализ; применение для отдельных установок локальных водооборотных циклов; совершенствование работы водооборотных систем за счет обработки и стабилизации воды и поддержания рационального водно-солевого режима; применение для новых водооборотных циклов и реконструкции существующих охладителей воды градирен заводского изготовления.

БЕЗРЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫЕ ПРИМЕСИ

Журба М.Г.

ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия

Ганбаров Э.С.

Азербайджанский НИИ водных проблем, Баку, Республика Азербайджан

Поверхностные водоисточники, расположенные в ряде районов Юга России, Кавказа и Средней Азии характеризуются не только повышенной мутностью, но и наличием в них загрязнений техногенного происхождения: тяжелых металлов, детергентов, пестицидов, биогенных элементов и др. Существующие безреагентные технологии водоподготовки в таких условиях не в состоянии обеспечить требуемое качество питьевой воды. Кроме того, в связи с напряженной экологической обстановкой в упомянутых регионах, включая последствия аварийных ситуаций, серьезную эпидемиологическую опасность представляет вторичное микробное загрязнение питьевой воды в ветхих распределительных водопроводных сетях, подверженных биообрастанию и электрохимической коррозии.

Анализ эффективности технологий и сооружений очистки природных вод умеренной и высокой мутности, используемых в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения, показал, что для интенсификации процессов безреагентной очистки высокомутных вод, содержащих техногенные примеси, целесообразно применение наряду с другими сооружениями плавучей водоочистной установки, позволяющей очищать воду не только от взвешенных и коллоидных частиц, но и от растворенных минеральных и органических примесей.

Такая установка включает несколько технологических процессов: удаление грубодисперсных частиц гидравлической крупностью $и0 \geq 0,12$ мм/с в тонкослойных элементах (отстаивание); задержание мелкодисперсных частиц в слое плавающей фильтрующей загрузки (фильтрование); электрохимическая деструкция органических загрязнений, происходящая на электродном блоке, состоящем из анодного магнетита и катодной сетки. Установка может функционировать как отдельно, так и в составе комплекса водоочистного оборудования, используемого для систем водоснабжения сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных объектов с небольшим водопотреблением. Разработан и испытан ряд таких комплексов, определена область их рационального применения:

- при мутности исходной воды до 3500 мг/л, производительности водоочистной станции $Q \leq 200$ м³/сут и удельной гидравлической нагрузке на тонкослойные модули $q = 0,6 \div 1,5$ м³/(ч·м²) предлагается весь технологический цикл - от забора воды до доведения ее до питьевой кондиции осуществлять в одном устройстве на плавучей водоочистной установке,

размещаемой в русле водотока. При этом отпадает необходимость решения вопросов, связанных со строительством сооружений для сбора, обработки и утилизации промывных вод и осадка;

- при мутности исходной воды до 3500 мг/л, производительности водоочистной станции $200 \leq Q \leq 500$ м³/сут и увеличении удельной гидравлической нагрузки на первой ступени до $q = 1,5-2,5$ м³/ч·м² предложена двухступенчатая схема - плавучая водоочистная установка, размещаемая в водоисточнике или в ковшовом отстойнике, и фильтр с загрузкой из гранулированного активного угля, расположенный на берегу;
- при мутности исходной воды до 5000 мг/л, производительности водоочистной станции до 1000 м³/сут и увеличении удельной гидравлической нагрузки на первой ступени до $q = 2,5-5$ м³/(ч·м²) для предварительного осветления воды от взвешенных и коллоидных частиц, а также для снижения антропогенной нагрузки на береговые сооружения за счет частичного удаления из воды загрязнений техногенного происхождения, находящихся в растворенном состоянии, предлагается плавучая водоочистная установка, расположенная непосредственно в ковшовом отстойнике. Доочистку от оставшихся взвешенных и коллоидных частиц производят на фильтре с инертной загрузкой, а от растворенных минеральных и органических соединений - путем электрохимического окисления с применением сорбционной доочистки на фильтрах из гранулированного активного угля, расположенных на берегу водоисточника. Применение электрохимической обработки воды на третьей ступени в сочетании с сорбционным фильтрованием позволяет выполнять не только осветление и обесцвечивание воды, но и обеззараживание и дезодорацию.

Главным преимуществом предложенных технологических схем является то, что на эффект очистки практически не влияют колебания уровня загрязнений в водоисточнике. Фильтр с загрузкой из гранулированного активного угля служит постоянно действующим барьером для различных органических растворимых примесей.

С целью усовершенствования предложенной технологической схемы для существенного снижения грязевой нагрузки на плавучей водоочистной установке также рекомендовано комбинированное сооружение "Ковш-плот".

Ковш выполнен в виде горизонтального отстойника

пирамидальной перевернутой формы с глубиной заложения откоса $m=1,5$ с глубиной до 2,5 м и шириной по дну 12,5 м. В концевой части устроена камера для размещения плавучей водоочистой установки, оборудованная системами отвода очищенной воды и сброса осадка, образующегося при тонкослойном отстаивании воды и промывной воды после фильтра ФПЗ-1.

При длине ковша 100 м, ширине 20 м и глубине 2,5 м и обеспечении расходов воды через ковш до $5 \text{ м}^3/\text{с}$ в нем происходит предварительное осветление воды до 35-50%.

При объеме водной призмы ковша $\sim 4000 \text{ м}^3$ мутности воды реки до $5000 \text{ мг}/\text{дм}^3$ объем заиления ковша за сутки может достигать $1000-1500 \text{ м}^3$. Очистку ковша от отложившихся наносов следует осуществить в зависимости от количества накапливаемого в нем осадка один раз в 2-10 суток.

По дну ковшового отстойника уложена система дырчатых труб с уклоном к концевой части, для периодического сброса осадка при открытии задвижек на сбросных трубах. Необходимая скорость движения воды в трубах и промывных отверстиях создается за счет разности уровней воды в начале ковшового отстойника и уровня воды в водотоке в месте сброса приемных вод и осадка. Удаление осадка, сползающего с тонкослойных модулей плавучей водоочистой установки, может осуществляться как одновременно со сбросом осадка из ковша (при безреагентной очистке воды), так и по отдельной системе сброса на иловые площадки (в случае доочистки воды от органических примесей в модернизированной установке).

БЕСХЛОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОДООБРАБОТКИ - АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ВОЗ "УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ"

Баранова А.И., Мариевский В.Ф., Нижник Ю.В.

Научно-технологический центр "Укрводбезпека", Киев, Украина

Стрикаленко Т.В.

Одесское отделение Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности,

Одесса, Украина

Нижник Т.Ю.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Реальная оптимизация водообеспечения населения возможна только при равном внимании к состоянию и качеству воды в водоисточнике, всем этапам водоподготовки и собственно параметрам качества питьевой воды, как это предусматривает концепция "управления рисками", разработанная ВОЗ в 2003-2005гг. Актуальными в этом плане представляются работы, направленные на поиск бесхлорных технологий водоподготовки (ибо побочные продукты дезинфекции воды оценивают как наиболее токсичные и преобладающие в воде после традиционной "оптимизации" ее качества с использованием хлорпрепаратов), а также комплексное их выполнение, апробация и внедрение с разработкой нормативно-методического сопровождения и оценкой выполненных результатов (что и предусматривает цикл "управления рисками").

В работе представлены результаты комплексных лабораторных и натуральных испытаний полимерного реагента комплексного действия "Акватон-10", действующим веществом которого является биоцидный гуанидиновый полимер полиэлектролитной (катионактивный) природы полигексаметиленгуанидин (ПГМГ), хорошо растворимого в воде и нетоксичного (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007). Как биоцид ПГМГ идентифицирован Директивой 98/8/ЕС и Комиссией по регулированию Европейского союза №032/2003, №048/2005. Объем исследований, проведенных специалистами НТЦ "Укрводбезпека" и ряда институтов Украины, включал изучение

- флокулирующих свойств реагента (в лаборатории, на природной воде - Деснянской водопроводной станции г. Киева, в гг. Комсомольске, Запорожье и др., р.Днепр) и его способности к комплексобразованию,
- механизма биоцидного действия и спектра анти-

микробной активности (экспериментальные и натурные исследования с использованием условно-патогенных и патогенных грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, в т.ч. холерных вибрионов) и

- вирулицидных свойств реагента "Акватон-10" (модель энтеровирусов полиомиелита 2 типа Сэбина, Коксаки В), а также
- токсичность для человека и окружающей среды (по суммарной мутагенной активности воды в модельном тесте Эймса).

Образование побочных продуктов дезинфекции в воде, обработанной с применением не установлено. Как показано Л.В.Михиенковой и др.(2005), в осадке, образующемся при использовании рабочих концентраций реагента "Акватон-10" на этапах водоподготовки, не зафиксировано размножение микрофлоры, чему с эпидемических позиций дана положительная оценка. Таким образом, при применении реагента "Акватон-10" в водоподготовке вероятность негативного влияния на окружающую среду (грунты, водоемы) минимальна, сокращается количество используемого коагулянта(ов) и достигается получение эпидемически безопасной и химически безвредной воды с благоприятными органолептическими свойствами.

Бесхлорная технология водоподготовки с применением реагента "Акватон" разрешена МЗ Украины; по методическим документам, утвержденным МЗ Украины, реагент применяют для обеззараживания воды в плавательных бассейнах, в локальных системах водообработки; проходит апробация использования реагента "Акватон-10" в стоматологии, пищевой промышленности, для очистки и обеззараживания городских и промышленных сточных вод.

БЛОК ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Малыгин К.А.

ФГУП "Центральное конструкторское бюро морской техники "Рубин", С.-Петербург, Россия

Рукобратский Н.И.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно строительный университет, С.-Петербург, Россия

В комплексе условий жизнеобеспечения автономных коллективов, занятых освоением в северных широтах России нефтегазовых месторождений одним из важнейших является снабжение их доброкачественной питьевой водой. Оборудование, предназначенное для решения поставленной задачи должно быть полностью автоматизированным, малогабаритным, повышенной надежности, с высокой степенью резервирования и малообслуживаемым.

Наиболее высокие требования предъявляются к оборудованию предназначенному для размещения на морских ледостойких стационарных буровых платформах. В состав комплекса оборудования для приготовления питьевой воды из морской предложен блок водоподготовки, который обеспечивает коррекцию солевого состава (минерализацию), улучшение органолептических показателей и обеззараживание до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 "Вода питьевая ...".

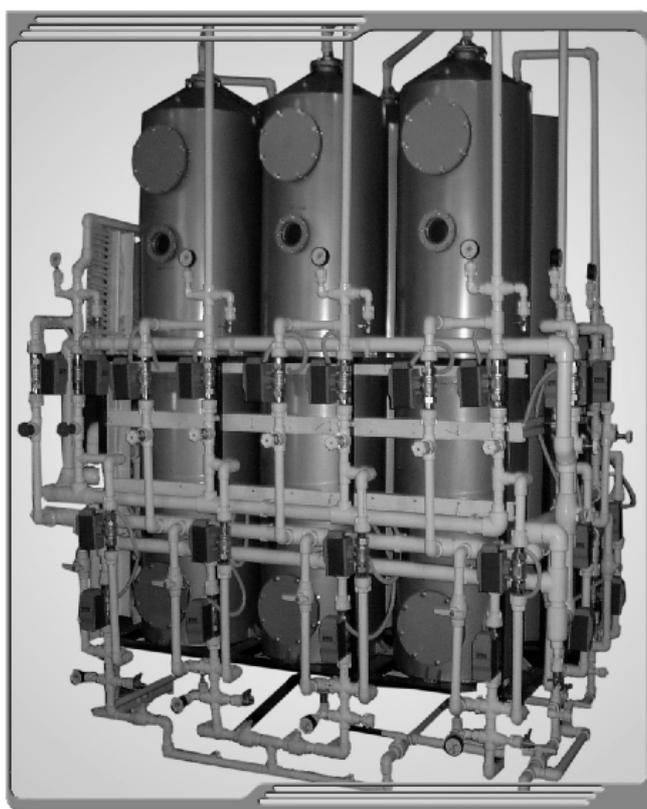


Рис. 1. Блок водоподготовки.

Таблица. Основные технические характеристики блока.

Номинальная производительность, м ³ /ч	6
Габаритные размеры, мм	2300x1900x2500
Масса кг, не более	2400
Потребляемая мощность, кВт не более	0,5

В состав блока входят фильтры - минерализаторы, фильтры-дезодораторы, бактерицидные модули, узел управления. Контроль и автоматика блока связана с АСТУ платформы.

Общий вид блока водоподготовки представлен на рис.1.

На данное изделие имеется санитарно-эпидемиологическое заключение ТУ. ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, сертификат соответствия СС ГОСТ Р Государственного стандарта России, заключение северо-западного регионального центра экспертиз и свидетельство о

типовом одобрении Российского морского регистра судоходства.

В зависимости от условий применения в конструкции блока водоподготовки предусмотрена возможность изменения производительности и других технических характеристик, также варьирования параметрами качества получаемой воды.

Технические решения, положенные в основу конструкции блока водоподготовки могут быть использованы при проектировании оборудования предназначенного для использования в централизованных системах питьевого водоснабжения, а также нецентрализованного водоснабжения.

ВЛИЯНИЕ НОСИТЕЛЯ КАТАЛИЗАТОРА РАЗЛОЖЕНИЯ H_2O_2 НА ЕГО БАКТЕРИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ В ВОДЕ

Гутенев В.В.

Российская академия государственных служащих при президенте РФ, Москва, Россия

Денисова И.А.

Новочеркасское высшее военное командное училище связи, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Грачев В.А.

Федеральное собрание РФ Государственная Дума, Москва, Россия

С целью снижения стоимости катализатора при сохранении их активности и других важных эксплуатационных характеристик активный компонент теми или иными способами распределяется на поверхности различных носителей, как правило инертных. В качестве последних предложено большое число природных и искусственно полученных веществ. Среди них кизельгур, диатомит, песок, активированный уголь, оксид алюминия, силикагель и др. Поскольку для технологий химико-биоцидной обработки воды потребуются большие количества неорганических катализаторов, работающих в режиме фильтрации больших объемов воды, предпочтение, очевидно, должно быть отдано относительно дешевым и доступным носителям. В то же время последние должны быть инертны по отношению к воде, по крайней мере в интервале эксплуатационных температур, не разрушаться при контакте с нею и не содержать легко вымываемых вредных для здоровья потребителя компонентов. В качестве таковых нами исследованы песок, активированный уголь, силикагель и стекло (бой).

Соотношения между массой носителя и катализатора (0,1 г MnO_2 , индивидуально и с промоторами) устанавливались 10:1 по массе.

Из полученных данных следует:

- 1) исследованные носители не оказывают заметного влияния на бактерицидность;
- 2) введение промоторов (Cu и Ag) оказывает стимулирующее влияние на активность, особенно заметное для серебра;
- 3) жизнедеятельность тест-микробов в слу-

чае применения катализатора с промоторами не проявлялась и после 5-ти суток экспозиции;

4) повышенная активность БАУ (индивидуально и в сочетании с катализатором и промоторами) можно объяснить тем, что активированный уголь сам является гетерогенным катализатором разложения H_2O_2 ;

5) реактивация микроорганизмов по истечении 5 суток наблюдалась у образцов катализаторов, в составе которых отсутствовали промоторы, а именно медь и особенно серебро.

Учитывая, что в практике водоподготовки очищаемая вода проходит через фильтры сверху вниз самотеком, целесообразно, прежде всего по технико-экономическим соображениям использовать в качестве носителя песок или активированный уголь, в верхней части слоя которого распределено необходимое количество катализатора. Промоторы (Cu или Ag) следует вводить, по нашему мнению, если полученную воду предполагается хранить относительно долго до употребления.

В ряде случаев, например в системах оборотного водоснабжения, в установках подготовки относительно небольшого количества воды (пищевая индустрия) может представить интерес специально созданные для этого катализаторы. Одним из таких катализаторов, который может быть использован по двойному назначению: для разложения остаточного пероксида водорода и стимуляции процесса уничтожения нежелательных микроорганизмов, является, по нашему мнению, марганец-серебряный (или марганец-медный) катализатор на носителе - стекле.

ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОЦИДОВ НА МИКРОФЛОРУ БИООБРАСТАНИЯ

Семочкина Н.Ф., Самсонова А.С., Филипшанова Л.И., Петрова Г.М.
Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
Менча М.Н.

Коммунальное унитарное многоотраслевое предприятие жилищно-коммунального хозяйства
"Барановичское городское ЖКХ", Барановичи, Республика Беларусь

Исследованы образцы отложений со стен помещений 1 и 2 ступени водоподготовки, а также с фильтра очистки воды станции обезжелезивания УП "Полоцкводоканал". Во всех образцах обнаружены грамположительные спорообразующие, неподвижные, каталазоположительные бактерии в количестве $3,5 \cdot 10^6 - 2,4 \cdot 10^7$ КОЕ/г. Из числа доминирующих на чашках колоний в чистую культуру выделены бактерии трех разновидностей, которые по характерным морфологическим признакам колоний и клеток отнесены к представителям рода *Bacillus*. В биоценозе обрастаний поверхности стен первой ступени водоподготовки преобладали микромицеты рода *Penicillium*, обозначенные для удобства дальнейшего описания номерами 1 и 2. Из образцов биоценоза со стен помещений второй ступени водоподготовки кроме микромицетов рода *Penicillium* (№1), выделены микроорганизмы родов *Fusarium* (№2) и *Aspergillus* (№3). Изолированные микроорганизмы применили в качестве индикаторных культур при проверке воздействия на них различных дезинфицирующих средств.

В качестве биоцидов использованы следующие химические вещества и препараты: фенол, формалин, хлорамин, $KMnO_4$, "Биопаг", "Инкрасепт - 10В" - бактерицидную эффективность которых определяли методом лунок.

Наиболее ярко выраженные бактерицидные свойства в отношении бактерий выявлены у формалина и фенола в концентрациях 0,5; 1,0 и 5% соответственно. Зоны подавления роста культуры *Bacillus sp.* №1 фенолом в концентрации 1 и 5% составили 28 и 52 мм соответственно. Формалин в концентрации 0,5 и 1% практически на всей площади чашки лишал бактерию способности развиваться на таком богатом питательном субстрате, как мясо-пептонный агар. Существенной к испытанным дезинфицирующим средствам оказалась чувствительность и бактериальной культуры *Bacillus sp.* №2. Формалин в концентрации 0,5 и 1% оказал токсическое воздействие на нее, в результате чего зоны отсутствия роста бактерии составили 62 мм, что вдвое превышает традиционный дезинфицирующий эффект. Достаточно

высокую устойчивость эта культура проявила к фенолу в концентрации 1% и препарату "Биопаг" в концентрации 0,1%. Увеличение концентрации препарата "Биопаг" до 5% привело к увеличению зоны отсутствия роста *Bacillus sp.* №1 до 45 мм. Препарат "Инкрасепт" в концентрации 1 и 4% был эффективен против всех бациллярных культур, способствуя образованию зоны отсутствия их роста от 17 до 40 мм. Бактерии №1 и №2 не проявили чувствительности к марганцевокислоте калию, использованной в концентрации 0,1%, культура №1 была также устойчивой и к концентрации 1%. Бактерия №3, напротив, не росла в присутствии как 0,1%, так и 1,0% раствора $KMnO_4$.

Индикаторные культуры микромицетов проявили чувствительность ко всем проверенным дезинфицирующим средствам (исключение: культура №1 в отношении 0,01% раствора препарата "Биопаг" и 1% раствора фенола).

Чувствительность культур грибов рода *Penicillium* №1 и №2 к хлорамину выразилась почти в полном отсутствии роста их на всем газоне. Марганцевокислый калий в концентрации 0,1% не представлял опасности для грибов рода *Penicillium*, а в концентрации 1% оказал слабый бактериостатический эффект. Препараты "Биопаг" и "Инкрасепт" представили существенную угрозу для грибов рода *Penicillium* №1 и №2 только в концентрации 5 и 4% соответственно. В концентрации 1% они вызвали отсутствие роста пенициллов в диаметре только 26 мм.

Развитие гриба рода *Aspergillus* было подвержено существенному бактерицидному воздействию формалина, фенола и препарата "Биопаг", которые в концентрациях от 0,5 до 2% вызвали отсутствие роста колоний микромицета в диаметре от 40 до 60 мм. Препарат "Инкрасепт" оказался менее опасным для развития аспергилла. Бактерицидное воздействие на него было вызвано 4%-ным (54 мм) и 1%-ным (46 мм) раствором.

Гриб *Fusarium* оказался одинаково чувствительным как к формалину (1%), так и к препаратам "Биопаг" (1%) и "Инкрасепт" (1%). Под воздействием хлорамина в концентрации 1 и 2% рост гриба прекращался полностью.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ГОРОДСКИХ ЗДАНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК

Первов А.Г., Андрианов А.П., Спицов Д.В., Козлова Ю.В.
Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

За последние 10 лет мембраны достаточно прочно вошли в практику питьевого водоснабжения. Основные области применения мембранных систем - это производство питьевой воды для жилых домов, офисов, поликлиник, пищеблоков, ресторанов, саун, бассейнов, а также производство бутылированной воды.

Многие городские объекты имеют повышенные требования к составу водопроводной воды по содержанию жесткости, железа, бактерий, взвешенных частиц. Это медицинские оздоровительные центры, элитные клубы здоровья, элитные жилые дома, офисные здания. Для таких объектов используются автономные системы водоснабжения, гарантирующие постоянно высокое качество воды вне зависимости от паводков и других причин сбоя в работе городских очистных сооружений.

В последнее время, несмотря на удовлетворительную работу городских очистных сооружений, специалисты отмечают ухудшение бактериологических и санитарно-химических показателей качества городской водопроводной воды, например, увеличение содержания ряда галогенсодержащих соединений, что связано с изменением качества исходной воды в зависимости от сезонных колебаний состава, паводковыми явлениями.

Ужесточение требований к составу питьевой воды, с одной стороны, стимулирует проведение мероприятий по ее дальнейшей очистке, а с другой, создает определенные трудности внедрению мембранной технологии. Современный подход к нормированию качества питьевой воды заключается не только в необходимости удаления из воды различных загрязнений, но также и во введении нижних пределов содержания в воде биологически необходимых компонентов, таких как кальций, магний, фтор и т.д. Это часто создает сложности при использовании мембранных технологий, основанных на пропорциональном извлечении из воды минеральных компонентов. Поскольку обратноосмотические и нанофильтрационные мембраны в первую очередь задерживают двухвалентные ионы, введение в СанПиН нижнего предела жесткости воды дает гигиенистам повод выступить против мембранных установок, "убирающих из воды жизненно необходимые компоненты".

Тем не менее, единственной технологией, способной в настоящее время гарантировать высокое качество питьевой воды при минимальном наборе оборудования,

является мембранная: ультрафильтрационные установки для задержания бактерий и вирусов и нанофильтрационные - для снижения растворенных галогенсодержащих соединений.

В докладе рассматриваются виды установок для разных случаев:

- мини-системы подготовки питьевой воды "у крана" с использованием нано- и ультрафильтрации;
- системы водоснабжения загородных домов из подземных источников с применением ультрафильтрации (обезжелезивание) и нанофильтрации (умягчение и обезжелезивание);
- многофункциональные системы доочистки водопроводной воды в тепловых пунктах зданий (питьевая вода, подпитка бойлера и системы теплоснабжения);
- доочистка воды (горячей и холодной) для отдельных квартир и таунхаузов на основе ультрафильтрации.

Основным направлением настоящей работы стало определение оптимальной для разных типов мембранных установок области применения, соответствующей минимальным эксплуатационным затратам при заданной эффективности очистки. Критерии выбора типов и свойств мембран (ультра- или нанофильтрация, их селективность) является молекулярно-массовое распределение органических веществ (гуминовые соединения, фульвокислоты, ПАВ, пестициды) в очищаемой воде, обобщенно характеризуемое показателями ее цветности и окисляемости.

Наиболее приемлемой с экономической точки зрения схемой является применение ультрафильтрации с дополнительной обработкой на сорбционных патронах. По мере увеличения окисляемости эксплуатация установок (замена угольных патронов) становится менее выгодной по сравнению с применением нанофильтрации. Эффективность очистки от органических соединений у нанофильтрационных мембран зависит от величины селективности и условий работы (величины рабочего давления, выхода фильтрата и т.д.)

Подбор оптимальных условий ведения процесса нанофильтрации позволяет добиться минимального уровня эксплуатационных затрат (включая затраты на электроэнергию, на воду, на обслуживание) при самых высоких показателях качества воды.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ "ВОДОПАД" И ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

Демидович В. Н., Кучумов А. Ф., Добродеев Ю. Е., Белов Д. П., Макаров В. В.

ООО "ТюменНИИгипрогаз", Тюмень, Россия

В результате химико-аналитических исследований ООО "ТюменНИИгипрогаз" установлено, что в подземных водах содержатся соединения кремния в концентрациях до 30 мг/дм³ (по Si), присутствие которых в очищаемой воде затрудняет, а в некоторых случаях делает невозможным, процесс очистки воды от железа и марганца. Поскольку силикаты присутствуют в виде высокорастворимой кремниевой кислоты, то при окисле-

нии железа образуются устойчивые формы железосиликатов, которые не могут быть извлечены из воды в процессе фильтрации и отстаивания.

Кроме низкого качества подготовки питьевой воды при использовании технологической схемы обезжелезивания возникает серьезная экологическая проблема утилизации больших объемов высокозагрязненных промывных вод с фильтров станций обезжелезивания.



Рис. 1. 2-е станции "ВОДОПАД-200" в процессе изготовления в блочном исполнении на Экспериментальном заводе ООО "ТюменНИИгипрогаз" для Харасавейского ГКМ ООО "Надымгазпром".

Специалистами отдела комплексных технологий водоподготовки ООО "ТюменНИИгипрогаз" разработаны автоматизированные станции подготовки высококачественной питьевой воды "Водопад" производительностью от 5; 15; 50; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 1200; 1500; 2500; 3500; 8000; 22000 м³/сутки, а так же станции очистки промышленных стоков и промывных вод станций обезжелезивания "Эко-Водопад".

Сегодня станции "Водопад" эксплуатируются на объектах ОАО "Газпром" (ООО "Тюментрансгаз",

ООО "Уренгойгазпром", ООО "Надымгазпром", ООО "Сургутгазпром", и др.), на объектах нефтегазового комплекса (ОАО "Сургутнефтегаз", ОАО "Ханты-Мансийскнефтегазнеология", ОАО "Лукойл-АИК", ООО "Лукойл-Западная Сибирь", ОАО "Юрхаровнефтегаз", и др.).

Преимущества станций "ВОДОПАД":

- очищенная вода удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода" по всем контролируемым показателям и имеет нулевую токсич-

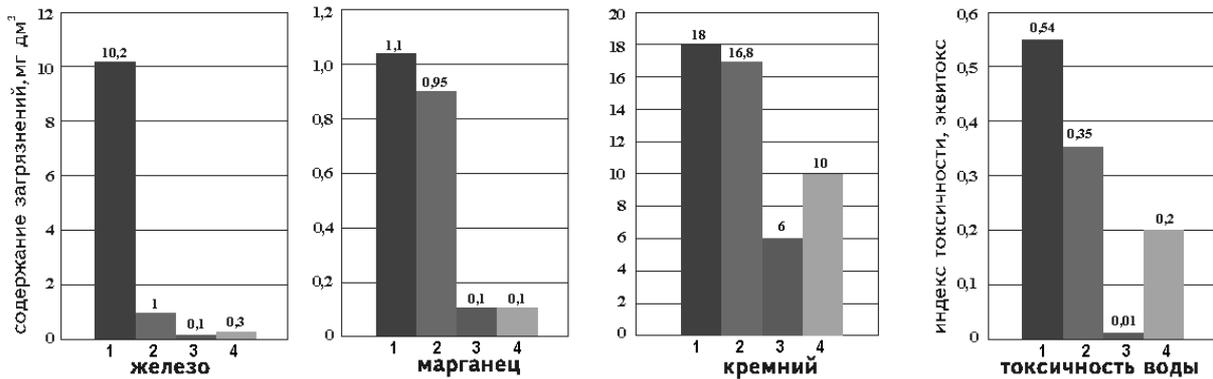
ность по шкале эквитокс (исходная вода - артезианская, поверхностная, промывная вода, образуемая после промывки фильтров станций обезжелезивания);

- исходная вода не требует нагрева;
- экологическая безопасность и возможность использования электрокоагуляционных осадков для очистки сточных вод;
- низкие эксплуатационные расходы - не более 4,0 руб. за 1 м³ очищенной воды;
- станции "ВОДОПАД" производительностью до 600 м³ в сутки изготавливаются в блочном исполнении полной заводской готовности;
- для строительства станций большей производительности разработаны и поставляются базовые технологические модули оборудования, позволяющие ступенчато наращивать производительность от 600 до 22000 м³/сутки и более.

Очищенная по технологии "ВОДОПАД" характеризуется уникальными свойствами. Она абсолютно нетоксична и обладает ярковыраженной биологической активностью, подобно талой или родниковой воде. Эти качества воды обеспечиваются благодаря высокой степени электрокоагуляционной очистки от всех видов токсических веществ минерального и органического происхождения, а также благодаря сохранению полезной естественной минерализации в виде солей кальция и магния, натрия и калия. Из представленной на рисунке диаграммы видно, что

артезианская вода электрокоагуляционным методом очищается не только от соединений железа и марганца, но и от соединений кремния в виде кремниевой кислоты. Необходимо подчеркнуть, что только электрокоагуляционный метод водоподготовки обеспечивает удаление соединений кремния почти до уровня их содержания в родниковой воде.

КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ севера и юга Тюменской области на типовых станциях обезжелезивания и на станциях электрокоагуляционной подготовки воды «Водопад»



- 1 ■ Исходная вода, усредненные показатели
- 2 ■ После очистки на типовых станциях обезжелезивания
- 3 ■ После электрокоагуляционной очистки по технологии "Водопад"
- 4 ■ Нормативные показатели качества воды согласно СанПин 2.14.1074-01

Рис. 2. Результаты биотестирования.

Приведенные на этой диаграмме результаты биотестирования показывают, что электрокоагуляционная подготовка питьевой воды снижает показатель токсичности даже ниже нулевой отметки, то есть продолжительность жизни инфузорий в очищенной воде даже выше, чем в эталонной водной среде. Технологические и

конструктивные решения, а также высокий уровень автоматизации технологических процессов электрокоагуляционной подготовки, заложенных в станциях "Водопад" обеспечивают стабильно высокое качество, независимо от суточных или сезонных колебаний загрязняющих веществ в исходной воде.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЗУ КОАГУЛЯНТА

Киекбаев Р.И., Кантор Л.И.
МУП "Уфаводоканал", Уфа, Россия

Одним из путей оптимизации и повышения оперативности управления дозированием реагентов является создание системы обработки информации и поддержки принятия решений, основанной на математическом моделировании процесса.

Нами построены математические модели определения доз коагулянта на станции водоподготовки Северного ковшового водопровода (СКВ) г. Уфы для различных периодов сезонности водоисточника с использованием метода анализа временных рядов и множественного регрессионного анализа.

Для всех уравнений была определена доля вклада каждой независимой переменной x_j в суммарное влияние всех факторов посредством дельта-коэффициента:

$$\Delta_j = b_j \frac{r_j \cdot S_j}{R^2 \cdot S_y}, \quad (1)$$

где b_j - коэффициент при j -ом факторе в уравнении регрессии;

r_j - коэффициент парной корреляции j -го фактора x_j и зависимой переменной y ;

R^2 - коэффициент множественной детерминации;

S_j - оценка среднеквадратического отклонения j -го фактора;

S_y - оценка среднеквадратического отклонения зависимой переменной y .

Анализ дельта-коэффициентов независимых переменных показал, что в I фазе паводка наибольшее влияние на дозу коагулянта оказывает фактор щелочности речной воды, во II и III фазах - факторы мутности и перманганатной окисляемости, в IV фазе - температуры воды реки Уфы. В I периоде сезонности наибольший вклад вносят сразу три последних фактора, а со снижением мутности и температуры речной воды (II, III и IV периоды) увеличивается влияние оборотной системы промывных вод скорых фильтров, выраженное через переменную частоты промывок.

ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ ФЛОКУЛЯНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И СТОЧНЫХ ВОД



Ефимов К.М., Гембицкий П.А., Данилина Н.И., Дитюк А.И.
Институт эколого-технологических проблем, Москва, Россия

Институтом эколого-технологических проблем накоплен положительный опыт применения в процессах подготовки питьевой воды и очистки сточных вод уникальных синтетических полимерных биоцидных флокулянтов на основе полигуанидинов. Полигуанидиновые полимерные флокулянты эффективно удаляют из сточных вод взвешенные вещества, нефтепродукты, ПАВ, красители, соли металлов, сульфиды. В процессах подготовки питьевой воды биоцидное действие этих препаратов сравнимо по своей эффективности с озонированием и хлорированием, однако, в отличие от последних, они не образуют в воде токсичных хлорорганических веществ.

Флокулянты на базе полигуанидинов обладают высокой и разнообразной биоцидной активностью: бактерицидной, фунгицидной, вирулицидной, алгицидной. Такие свойства делают их перспективными реагентами для одновременной очистки и обеззараживания природных, сточных, питьевых вод и воды плавательных бассейнов. ПАГи также рекомендованы для предотвращения биообрастаний промышленной теплообменной аппаратуры, водоводов, емкостей хранения воды и другого оборудования, контактирующего с водой.

Полигуанидины, известные под товарными марками "Биопаг" и "Фосфопаг", не летучи, стабильны, не токсичны, устойчивы и безопасны при хранении, не разрушают и не обесцвечивают материалов, их водные растворы бесцветны и не имеют запаха, взрыво- и пожаробезопасны, не накапливаются в организме. Поэтому они

могут успешно конкурировать с традиционными флокулянтами и биоцидами в водоподготовке и очистке сточных вод. Их применение позволяет полностью отказаться от таких опасных реагентов как хлор, озон, сернистая медь, снизить расход минеральных коагулянтов (сульфата или оксихлорида алюминия, хлорного железа), упростить технологию водоочистки, повысить ее экологическую безопасность.

Поскольку ПАГи являются высокостабильными и малотоксичными соединениями, они разрешены надзорными службами в качестве биоцидного реагента-флокулянта для очистки и обеззараживания питьевой воды. Использование ПАГов для очистки и обеззараживания питьевой воды по своей эффективности равносильно ее озонированию или хлорированию, однако, в отличие от них не оказывают раздражающего действия на слизистые и кожные покровы, их применение не сопровождается накоплением в воде канцерогенных веществ, не вызывают аллергической реакции у людей и коррозии оборудования.

Биопаг рекомендован в качестве обеззараживающих агентов для воды плавательных бассейнов.

ПАГи также применяются для очистки сточных вод, в том числе:

- Нефтедержащие воды;
- Сточной воды перерабатывающей промышленности;
- Утилизации отработанных СОЖ;
- Для защиты оборотной технической воды.

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ИНТЕНСИВНОСТИ БИООБРАСТАНИЙ ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Менча М.Н.

Коммунальное унитарное многоотраслевое предприятие жилищно-коммунального хозяйства
"Барановичское городское ЖКХ", Барановичи, Республика Беларусь

Химический состав питьевой воды в значительной мере определяет содержание в ней клеток микроорганизмов. Подтверждением этому могут служить данные, свидетельствующие о четком соответствии показателей количественного содержания микроорганизмов и наличия субстратов, необходимых для их развития, содержащихся в воде исследуемых объектов.

Проанализирован микробиологический состав отложений на внутренних поверхностях водоподъемных труб пятнадцати скважин трех коммунальных водозаборов. В воде исследованных водозаборов содержание отдельных химических соединений варьировало в следующих пределах, мг/л: железо (Feобщ.) от 0,1 до 2,5; аммонийный азот (NH_4^+) от 0,12 до 2,74; нитраты (NO_3^-) от 0,12 до 2,74; нитриты (NO_2^-) от 0,003 до 0,068; сера (SO_4^{2-}) от 2,0 до 47,0; органические вещества (по перманганатной окисляемости) от 0,24 до 6,0. Интенсивность биообрастаний определяли с использованием стекол обрастания. Максимальное количество (7,0.10⁴ кл/г) железобактерий, выявленных в биообрастаниях на внутренней поверхности водоподъемной колонны скважины №5 водозабора №9 соответствовало наибольшему содержанию железа (2,5 мг/л) в воде. Напротив, наименьшее содержание железа (0,1 мг/л) выявлено в воде скважины №9 водозабора №9 в которой количество железобактерий в 1 г поверхностных отложений, образованных на внутренних стенках водоподъемной колонны этой скважины, было также наименьшим и составляло 2,6.10³ клеток. В результате сравнительного анализа аналогичная зависимость между количеством железобактерий и уровнем содержания в воде железа выявлена на всех наблюдаемых скважинах. Основными возбудителями биологического обрастания в условиях анаэробно-биогенного являются сульфатредуцирующие микроорганизмы. Анализ наличия их в массе биопленок, также показал соответствие числа клеток количеству сульфатов, содержащихся в анализируемых образцах воды. Кроме этого, установлено, что при

содержании сульфатов в воде ниже 5 мг SO_4^{2-} /л, сульфатредуцирующие микроорганизмы в ней не развиваются.

В ассоциациях микроорганизмов, образующих биологические обрастания, наряду с сульфатредуцирующими микроорганизмами часто развиваются гетеротрофные микроорганизмы рода *Pseudomonas*, использующие кислород и тем самым способствующие созданию условий анаэробно-биогенного. Кроме того, гетеротрофные микроорганизмы, принимающие участие в превращениях органических субстратов, сами активно участвуют в образовании биологических обрастаний. В результате проведенных исследований установлено, что количество клеток микроорганизмов в составе биообрастаний, четко согласуется с наличием в воде такого субстрата, как аммоний. В присутствии в воде 2,74 мг/л аммония (скважина 1а водозабора №9) количество клеток аммонификаторов в 1 г биообрастания составляет величину, равную 6,9.10³, снижение количества ионов аммония в среде сопровождается уменьшением их численности в составе массы биологического обрастания исследуемых объектов до 1,3.10³ КОЕ.

От химического состава воды в значительной мере зависит также интенсивность обрастания. Наиболее эффективно обрастают стеклянные пластины, помещенные в воду скважин №4, 15 водозабора №6 (65 и 70 мг/м²/100ч соответственно) и №6 водозабора №6 (59 мг/м²/100ч), содержащую в своем составе наибольшее количество общего железа, ионов аммония и сульфат-ионов. Эффективность обрастания пластин в этих вариантах в 9 раз выше, чем в вариантах, с использованием воды из других скважин.

Таким образом, химический состав питьевой воды определяет не только ее микробиологические характеристики, но также саму возможность и интенсивность развития биологических обрастаний в системе водоснабжения, что свидетельствует о необходимости проведения предварительной обработки воды.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ СОРБЕНТАМИ

Никифоров А.Ф., Аникин Ю.В., Кутергина И.Н., Балакина О.С.

Уральский государственный технический университет - Уральский политехнический институт, Екатеринбург, Россия

Процесс водоподготовки с использованием традиционных технологий не обеспечивает потребителей качественной водой. Барьерная функция существующих очистных сооружений в отношении радионуклидов недостаточна. Так, извлечение радионуклидов стронция-90 и цезия-137 коагуляцией солями алюминия составляет 8-13 % и 10-15 % соответственно. В связи с этим очистка питьевой воды от радионуклидов является актуальной проблемой. Среди методов, успешно применяемых для этой цели, следует выделить сорбционную очистку с использованием пористых материалов природного происхождения. В работе изучено извлечение радионуклидов цезия и стронция из водных растворов материалами на основе кремнийсодержащих пород (АС, МС, МСК). Данные материалы отличаются друг от друга по элементному составу (различное соотношение Si:Al). Сорбенты получены ЗАО "АЛСИС" из экологически чистого минерального сырья Свердловской области, обладают высокой механической прочностью и могут быть использованы в качестве фильтрующих материалов в процессах очистки воды.

Изучена зависимость степени достижения сорбционного равновесия от времени контакта твердой и жидкой фаз для различных сорбентов. Время полуобмена стронция составляет: сорбент АС - 5 часов; сорбент МСК - 5 часов; сорбент МС - 4 суток. Время полуобмена цезия составляет: сорбент АС - 1 сутки; сорбент МСК - 1 сутки; сорбент МС - 0,5 суток. Для изучения влияния удельного содержания сорбента на коэффициент распределения была приготовлена серия проб водопроводной воды объемом 50 см³ с меткой соответствующего радионуклида. В каждую пробу были внесены навески сорбентов. Систему выдерживали в течение 6 дней для установления сорбционного равновесия. Отбирали равновесные пробы и радиометрировали их. По результатам измерений рассчитывали величину сорбционного отношения (ϵ) и строили изотермы сорбции микроко-

леществ стронция и цезия сорбентами АС, МС, МСК в координатах " $\lg \epsilon - \lg [m]$ ", где $[m]$ - удельная масса сорбента.

Прямолинейные участки изотерм обработаны методом наименьших квадратов. Получены уравнения изотерм и рассчитаны значения угловых коэффициентов изотерм сорбции стронция и цезия исследованными сорбентами:

- стронций
 $AC \ y = (0,94 \pm 0,11)x + (1,68 \pm 0,27)$
 $MC \ y = (0,95 \pm 0,18)x + (1,35 \pm 0,35)$
 $MCK \ y = (0,95 \pm 0,09)x + (1,37 \pm 0,22)$
- цезий
 $AC \ y = (0,78 \pm 0,17)x + (2,83 \pm 0,46)$
 $MC \ y = (1,18 \pm 0,21)x + (2,05 \pm 0,40)$
 $MCK \ y = (0,74 \pm 0,31)x + (2,18 \pm 0,69)$

Во всех случаях тангенс угла наклона изотерм в пределах доверительных интервалов близок к единице, что соответствует моносортовому либо лабильному сорбату, т.е. стронций и цезий в растворе присутствуют, скорее всего, в ионной форме. По наличию перегибов на изотермах сорбентов МС и МСК можно сделать предположение о химической неоднородности исследуемых сорбентов.

Для сравнения равновесных коэффициентов распределения радионуклидов в системах с водопроводной и дистиллированной водой были построены зависимости степени извлечения (S) микроколичеств радионуклидов Sr-85 и Cs-137 сорбентом АС от времени контакта фаз. Во всех случаях при проведении экспериментов выдерживали соотношение $V/m = 200$ мл/г.

Замена водопроводной воды на дистиллированную воду приводит к увеличению коэффициентов распределения радионуклидов между твердой и жидкой фазами (табл. 1).

Таблица 1. Значение равновесных коэффициентов распределения радионуклидов

Среда	K _d , стронций	K _d , цезий
Водопроводная вода	133±18	1340±168
Дистиллированная вода	517±43	2300±214

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что из исследованных материалов наиболее эффективен для извлечения стронция и цезия из растворов сорбент АС. Сорбция радионуклидов на данном сорбенте не-

обратима. Время полуобмена для сорбента АС составляет 5 часов по стронцию и 1 сутки по цезию. При предварительной очистке растворов, например с помощью мембранной подготовки, коэффициент распределения радио-

нуклидов можно увеличить до $2,3 \cdot 10^3$ мг/г по цезию и $5,2 \cdot 10^2$ мг/г по стронцию.

По увеличению способности сорбентов извлекать из водных растворов радионуклиды сорбенты можно расположить в ряд:

цезий сорбент МС < сорбент МСК < сорбент АС
стронций сорбент МСК < сорбент МС < сорбент АС

Высокая механическая прочность делает данные сорбенты перспективными для использования в качестве загрузки фильтров в технологии очистки воды. Сор-

бенты АС, МС, МСК могут служить основой для получения композиционных материалов с повышенной селективностью и емкостью.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПУТЕМ ОМАГНИЧИВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ РАСТВОРОВ КОАГУЛЯНТОВ

Линевич С.Н., Силаева Е.П.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск, Россия

В области технологии водообработки одним из наиболее распространенных методов очистки воды является коагуляция. С ее помощью производится осветление, обесцвечивание и частичное обеззараживание воды.

Повышение эффективности коагуляционного метода водообработки может быть осуществлено, прежде всего, за счет подбора и использование наиболее эффективного коагулянта и воздействия дополнительных факторов интенсифицирующих процесс коагуляции. В качестве одного из методов по интенсификации процесса коагуляции представляет определенный интерес воздействие на рабочие растворы применяемых коагулянтов магнитного поля.

При воздействии магнитного поля на рабочий раствор коагулянта (солей алюминия) происходят изменения структуры раствора, степени гидратации, траектории движения ионов солей, асимметрия гидратных оболочек. Все это способствует образованию ионных ассоциатов, количество и степень которых зависит от вида и свойств применяемых коагулянтов, их концентраций, параметров магнитного поля, продолжительности воздействия на раствор магнитного поля и др.

Таким образом, как следует из вышеизложенного предварительное воздействие магнитного поля на используемый при очистке воды раствор коагулянта должно интенсифицировать процесс коагуляции, уменьшить расход коагулянта, улучшить качество воды и снизить стоимость ее обработки.

Для проверки сделанных предположений нами были выполнены экспериментальные исследования по коагуляционной обработке донской воды с использованием предварительно омагниченных и не омагниченных растворов коагулянтов: сернокислого алюминия (СА) и оксихлорида алюминия (ОХА). Исследования были выполнены в условиях водоочистой станции (ВОС-1) Новочеркасского городского водопровода, водоистоником которого является р. Дон.

На момент исследований донская вода характеризовалась следующими показателями: мутность 45,5 мг/дм³, цветность 36 град, щелочность 4,4 мг/дм³, рН 8,2, электрокинетический потенциал 38-40 мВ.

Магнитная обработка рабочих растворов коагулянтов проводилась на электромагнитном аппарате, работающем в режиме: напряженность магнитного поля

3×10^4 - 12×10^4 мА/м, скорость протекания раствора коагулянта через аппарат $V = 0,1 - 0,5$ л/с, общая производительность аппарата 0,01 - 1,0 м³/ч.

Основные, обобщенные результаты исследований приведены в табл.

Для максимального приближения условий коагуляционной обработки донской воды к производственным условиям в исследованиях имитировался гидравлический режим обработки воды по градиентам режима перемешивания обрабатываемой воды в производственных смесителях и камерах хлопьеобразования. Кроме того, для контроля эффективности процесса коагуляции в процессе исследований велось непрерывное наблюдение за изменением величины электрокинетического потенциала в обрабатываемой воде.

По данным выполненных исследований возможно сделать следующие выводы:

- при коагуляционной очистке донской воды до нормативного уровня по показателям мутность, цветность и рН, требуемая доза ОХА оказывается в 1,7-2,2 раза меньше чем доза СА;
- при коагуляционной очистке донской воды предварительно омагниченным раствором ОХА оказывается возможным уменьшить необходимые дозы коагулянта (ОХА) на 23-25% и снизить общую стоимость водообработки на 10-12%;
- при коагуляционной обработке воды омагниченными растворами ОХА и СА происходит более интенсивное снижение величины электрокинетического потенциала, чем при обработке воды обычными, не омагниченными растворами ОХА и СА, что способствует заметной интенсификации процесса коагуляции;
- использование для коагуляционной обработки воды предварительно омагниченных растворов ОХА позволяет уменьшить расход коагулянта, исключить использование дополнительных реагентов (флокулянтов, извести), улучшить качественные показатели водопроводной воды, обеспечить более высокий уровень стабильности и надежности технологии водообработки, получить определенный экономический и экологический эффект.

Таблица

Виды обработки донской воды	Дозы коагулянта по Al_2O_3 , мг/дм ³		Вода, обработанная коагулянтом							
			сернокислым алюминием				оксихлоридом алюминия			
			о-потенциал, мВ	Мутность, мг/дм ³	Цветность, град.	pH	о-потенциала, мВ	Мутность, мг/дм ³	Цветность, град.	pH
	СА	ОХА								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До обработки	0	0	-39	45,5	36	8,2	-39	45,5	36	8,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
После обычной коагуляции и отстаивания	5	5	-38,0	37,2	30	7,9	-23,4	12,8	20	8,0
	10	10	-29,0	24,5	27	7,8	-12,0	7,4	18	7,9
	15	15	-15,8	17,6	21	7,4	-7,8	7,1	16	7,7
	20	20	-12,4	12,1	18	7,2	-6,4	3,5	14	7,5
	25	25	-8,2	5,1	18	7,0	-5,3	1,5	7	7,4
	30	30	-6,4	1,5	16	6,9	-2,4	1,0	5	7,0
	35	35	-4,0	0,9	15	6,8	-1,5	0,7	5	6,8
	40	40	-3,0	0,7	14	6,4	-1,0	0,3	5	6,6
	45	45	-1,5	0,5	10	6,0	-1,0	0,3	3	6,5
50	50	-1,0	0,3	5	5,8	-1,0	0,3	3	6,4	
После коагуляции омагниченными растворами коагулянтов и отстаивания	5	5	-10,0	24,3	20	8,0	-10,2	10,4	12	8,0
	10	10	-7,0	12,4	18	7,9	-8,5	5,3	10	7,9
	15	15	-3,0	9,6	18	7,6	-5,3	2,5	7	7,7
	20	20	-2,5	8,7	16	7,5	-4,1	1,2	5	7,6
	25	25	-1,5	5,3	14	7,4	-1,5	0,9	5	7,2
	30	30	-1,0	5,1	12	6,8	-1,0	0,7	3	7,0
	35	35	-1,0	4,3	7	6,8	-1,0	0,3	3	6,9
	40	40	-1,0	2,1	7	6,5	-1,0	0,3	3	6,5
	45	45	-1,0	0,9	5	6,3	-1,0	0,3	3	6,4
50	50	-1,0	0,5	3	6,0	-1,0	0,3	3	6,3	

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОАГУЛЯЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРУЕМОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В СМЕСИТЕЛЯХ И КАМЕРАХ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Моисеев А.В.

НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды, Москва, Россия

Коагулирование является основным процессом очистки природных поверхностных вод, от эффективности протекания которого зависит качество очищенной воды.

В настоящее время наметилась основная тенденция - разработка безреагентных методов интенсификации процесса хлопьеобразования. Наиболее предпочтительным методом является механическое перемешивание с помощью агитаторов или мешалок. Эффективность и экономичность работы мешалок может быть существенно повышена за счет внедрения АСУ и электроприводов с регулируемой скоростью вращения на базе преобразователей частоты. Это позволяет в любых вариациях менять интенсивность перемешивания исходной воды с реагентом, при этом снижая трудозатраты обслуживающего персонала. Преобразователи частоты обеспечивают экономию электроэнергии, защиту электродвигателя от перегрузки, плавный режим работы электродвигателя в момент запуска и торможения.

Главное положительное отличие механического перемешивания перед другими методами интенсификации процесса коагуляции - возможность регулировать интенсивность смешивания в зависимости от расхода, температуры и качества обрабатываемой воды. Особенно это важно для водоисточников, где существенно меняется качество воды в течение года.

На основании подготовленной математической модели стадии коагулирования с учетом интенсивности гидродинамического режима перемешивания раствора реагента с водой в смесителе и последующих сооружениях, методики компьютерно-инженерного расчета смесителя круглого и прямоугольного в плане с механическим перемешиванием разработаны рациональные варианты конструкций смесителей и камер хлопьеобразования с выбором оптимальных технологических режимов их эксплуатации. Разработанные методики расчета технологического режима в смесителях и камерах хлопьеобразования с механическим перемешиванием применимы при реконструкции существующих сооружений и при строительстве новых.

Используя опыт экспериментальных и теоретических исследований, реконструированы гидравлические камеры хлопьеобразования Южной водопроводной станции г. Ярославля с внедрением механического перемешивания. На станции применены восемь камер хлопьеобразования открытого типа, встроенные в горизонтальные отстойники. Разработана проектно-конструкторская документация на опытный образец оборудования с его привязкой в производственных условиях. В каждой камере хлопьеобразования, не имеющие перегородки, в соответствии с их размерами установлены по две одинаковые мешалки. Мешалки четырехлопастные рамные, диаметром вращения 2 м и высотой 4,21 м, вращаются в разные стороны с регулируемой частотой вращения от 0 до 3 об/мин. Мощность электродвигателя каждой мешалки составляет 0,25 кВт.

В результате реконструкции с 2001г. существующих камер хлопьеобразования механическим перемешиванием обеспечено:

- эффективность осветления по длине отстойников достигает 11%;
- снижение грязевой нагрузки на фильтровальные сооружения;
- повышение качества очистки по основным показателям: мутность на 22,4 %, цветность на 12,1 %, концентрация остаточного алюминия на 23 %;
- снижение дозы коагулянта до 10 %.

Значимое снижение эксплуатационных и капитальных затрат обеспечивается рациональным режимом работы смесителя или камеры хлопьеобразования. Увеличение градиента скорости перемешивания позволяет сократить время пребывания воды в сооружении, что уменьшает его объем и капитальные затраты при одной и той же производительности. Увеличение размера хлопьев позволяет снизить объем отстойника или увеличить его производительность, а стабилизация размеров флокулов позволяет увеличить продолжительность фильтроцикла.

Соответствующие взаимосвязи эффективности механического перемешивания наиболее наглядно могут быть представлены в виде структурной диаграммы на рис. 1.

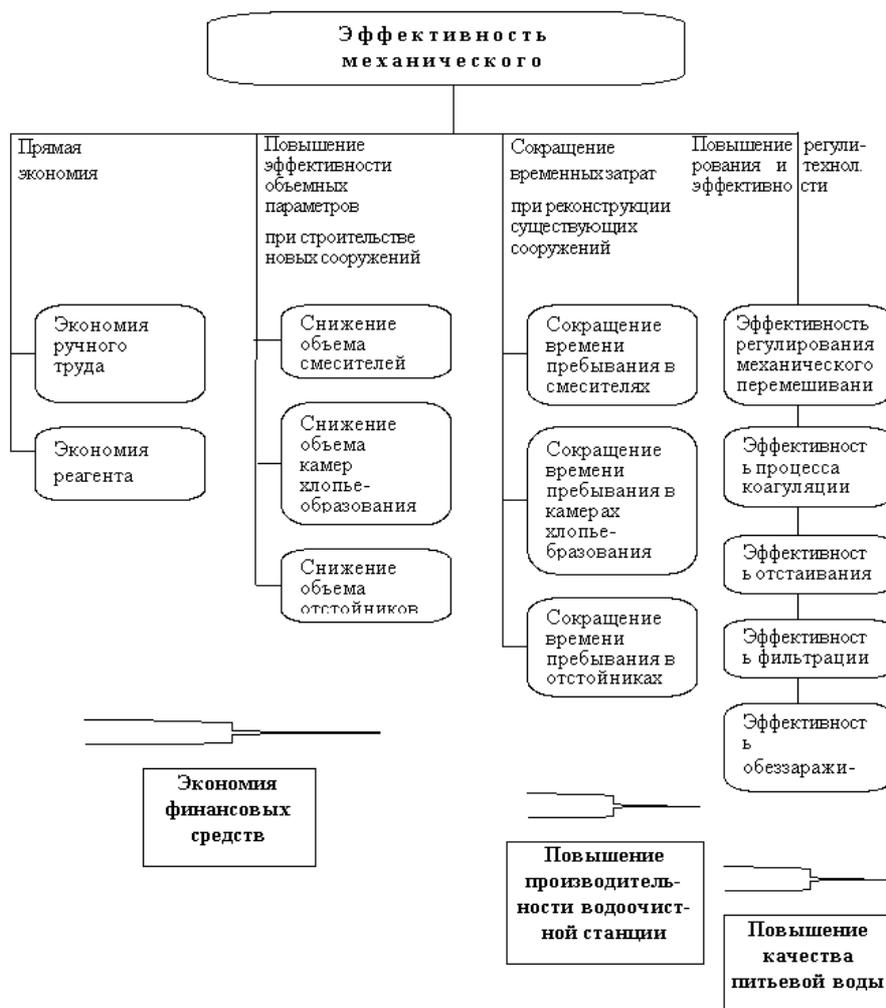


Рис. 1. Структурная диаграмма эффективности от внедрения устройств для механического перемешивания природных вод с реагентами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОДЯНОГО ПАРА В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА



Петров Ю.В., Азизов А.А.

Национальный университет Узбекистана им. М.Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан

Скрипникова Л.Е., Петрова Е.В.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Республика Узбекистан

Одним из факторов, сдерживающих экономическое развитие стран с высокой аридизацией территории, является дефицит питьевой воды. В Узбекистане около 80% территории занимают пустыни и полупустыни. В этих условиях единственным из нетрадиционных способов получения питьевой воды становится способ ее получения путем конденсации атмосферного водяного пара. В техническом отношении эта задача в настоящее время решается достаточно успешно с помощью конденсационных установок охлажденного действия и адсорбционного типа.

Цель данного сообщения - дать оценку, во-первых, влагосодержания атмосферы над территорией Узбекистана и, во-вторых, метеорологических условий, благоприятных для получения пресной воды с помощью существующих конденсационных установок охлаждающего типа.

Используя связь между упругостью водяного пара у поверхности земли с влагосодержанием атмосферы в нижнем 10-км слое, и применяя ГИС - технологии, были построены карты географического распределения влагосодержания атмосферы для различных сезонов года.

В летний сезон над большей частью пустыни Кызылкум влагосодержание составляет 1,7-2,3 см осаждаемой воды. В Южном Приаралье и на востоке Ферганской долины в атмосфере содержится до 3,1 см воды. В целом, в атмосфере Узбекистана в этот период года постоянно находится не менее 10-12 км³ воды. Это соответствует количеству воды в водоеме глубиной 20-22 м и площадью 500 км². Весной и осенью влагосодержание уменьшается примерно в 1,3-1,5 раза.

Существующие конденсационные установки эффективно и устойчиво функционируют при температуре воздуха от 16°C до 50°C. Переход средней суточной темпе-

ратуры через 16°C весной начинается в южных районах Узбекистана в начале апреля и завершается в конце апреля на Устюрте, Южном Приаралье и в предгорных районах. Осенью этот переход начинается в конце сентября в северо-западных, предгорных районах и Южном Приаралье. Завершается он в последней декаде октября на крайнем юге территории. Период устойчивой средней суточной температуры более 16°C составляет от 141 -144 дней в году на Устюрте до 207 дней в южных районах.

На основе ГИС-технологий выполнено картографирование годовой повторяемости дней и продолжительности периода со средней суточной температурой более 16°C. Рассчитаны и картографированы повторяемости средней месячной минимальной температуры воздуха более 16°C. В июле в пустынных и южных районах минимальная температура воздуха не опускается ниже 16°C в течении 23-25 дней. В мае и сентябре минимальная температура более 16°C наблюдается в количестве 17-19 дней.

Таким образом, период с апреля по октябрь включительно, пустынные районы Узбекистана благоприятны для эффективного функционирования существующих конденсационных установок.

Выполнена оценка потенциального объема пресной воды, который можно получить с помощью существующих конденсационных установок ("Роса", ВВМ -100 и др.). Входящими переменными в расчетную схему служили значения абсолютной влажности воздуха, температура точки росы и величина охлаждения воздуха ниже точки росы. В случае охлаждения воздуха на 5°C ниже температуры точки росы установка типа "Роса-1" позволяет получить около 450 л. воды в сутки, при охлаждении на 10°C - около 800л. воды в сутки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Джалалова Ш.Б., Лавошников В.В.

Узбекский научно-исследовательский химико-фармацевтический институт им. А.Султанова,
Ташкент, Республика Узбекистан

Известно, что природная вода, для подготовки питьевой, берется из различных водоисточников и отличается по составу, содержанию вредных примесей, подлежащих удалению. Схемы водоподготовки, основаны на сорбционных методах очистки, позволяющих извлекать примеси из водных растворов без какой-либо трансформации органических веществ, является наиболее надежными и простыми в эксплуатации. Этот метод особенно целесообразно использовать, когда нет возможности получения точных данных относительно природы и концентрации, находящихся в воде загрязнителей.

Активные угли удаляют органические, микроскопические загрязняющие вещества, улучшает вкус и запах воды. Несмотря на это, при водоподготовке Узбекистана активные угли не нашли широкого применения по причине высокой себестоимости.

Наша цель была разработка способа приготовления активных углей из отходов производства и из местного растительного сырья. В качестве сырья использовали фруктовые косточки - отход консервной промышленности, лигнин-отход производство фурановых соединений, а также шелуха семян хлопчатника, хлопковый коробочник и стебли.

Таблица. Физико-химические и сорбционные свойства образцов активных углей

Показатели	АУЛ-ХШ	АУЛ-ХШ (NaHCO ₃)	АУЛ-ХК	АУЛ-ХК (NaHCO ₃)	АУЛ-ХС	АУЛ-ХС (NaHCO ₃)	АУЛ-П (NaHCO ₃)
Насыпная плотность, г/дм ³	425,0	429,0	435,0	412,0	420,0	418,0	450,0
Прочность на истирание, %	78,0	79,3	75,0	69,0	72,0	62,4	85,0
Динамическая активность по бензолу, г/дм ³	120,0	127,0	115,5	110,0	88,8	95,6	121,0
Активность по иоду, %	48,0	51,2	50,0	47,7	36,4	37,8	53,0
Зольность, %	5,64	5,82	7,3	2,3	8,7	3,4	5,0
Общий объем пор, см ³ /г	0,900	0,970	0,820	0,790	0,910	0,785	0,930
Объем мезопор, см ³ /г	0,120	0,220	0,1	0,09	0,130	0,110	0,090
Объем микропор, см ³ /г	0,475	0,440	0,384	0,293	0,400	0,350	0,360
Сорбционная емкость по фенолу, мг/г	151,4	149,0	138,5	120,7	132,3	80,4	157,0
Сорбционная емкость по нефтепродуктам, мг/г	24,9	28,5	10,2	11,5	9,6	3,2	17,0

Для очистки использовали воду доставляемую в канистрах из рек Салар, Карасу, Бозсу, Ангрэн, Санзар и Узгариш, которую предварительно анализировали по основным физико-химическим показателям. Установлено, что жесткость воды и содержание токсичных примесей во всех перечисленных водоисточниках колеблется в сравнительно близких пределах. Исключение составляет река Санзар с повышенной жесткостью, мутностью и высоким ХПК-25-30 и низким перманганатным индексом, свидетельствующих о значительном содержании трудноокисляемых органических веществ. Так, непрерывное пропускание воды реки Карасу со скоростью 0,8-0,9 м/час через загрузку лигнинового угля в течение 4 месяцев обеспечило полное удаление

удаление нефтепродуктов (исходная концентрация 0,13-0,04 мг/л), уменьшение примеси фенолов до 0,0003 мг/л и значительное снижение перманганатного индекса воды ниже норм ПДК, снижается с 2,2 до 0,82 мг O₂/л, а мутность уменьшается с 11,5 до 0,01-0,05 мг/л.

Проведенные исследования выявили возможность использования активных углей полученных из отходов консервной и гидролизной промышленности в подготовке питьевой воды. Угли из хлопковой шелухи целесообразно использовать для очистки воды загрязненной фенольными соединениями с повышенной окисляемостью, для удаления нефтепродуктов более эффективны модифицированные угли из персиковых косточек.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ



Исаханова А.Т., Алиев З.М.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Для очистки природных и сточных вод широко используются минеральные коагулянты, представляющие собой соли железа и алюминия. В связи с ужесточением требований к качеству питьевой воды, в том числе, к содержанию в ней остаточного алюминия, общей тенденцией является переход к использованию основных солей железа и алюминия - гидроксохлоридов и гидроксосульфатов.

Нами были проведены лабораторные испытания полиоксихлорида алюминия (ПОХА, торговая марка "Аква-Аурат™ 30") с целью выявления возможности и эффек-

тивности его использования для очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Махачкалы.

Исследования показали, что оптимальная доза ПОХА по Al_2O_3 составила 2-3 мг/л, что по товарному продукту составляет 6-10 мг/л, тогда как при этих же условиях доза сульфата алюминия по товарному продукту составляет не менее 30-35 мг/л. Качество коагуляции с ПОХА гораздо выше, время протекания реакции составляет 20-30 мин, при работе же с сульфатом алюминия процесс образования и осаждения хлопьев длится гораздо дольше.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Непаридзе Г.Г., Непаридзе Р.Ш.

НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды, Москва, Россия

Разработанная в НИИ КВОВ двухступенчатая система фильтрования успешно эксплуатируется на ряде водопроводных станций России (г.г. Архангельск, Сыктывкар, Комсомольск-на-Амуре, Нижневартовск и др.) для маломутных цветных водоисточников р.р. Северная Двина, Вычегда, Амур и Обь.

Эксплуатационные данные многолетней эффективной работы этих станций убедительно показали, что за счет ее технологической гибкости, высокой санитарной надежности, пониженным капитальным и эксплуатационным затратам и конструктивной компактности, масштабы применения этой технологии могут быть значительно расширены.

Двухступенчатое фильтрование может быть очень эффективным при реконструировании технологии одноступенчатой очистки воды на контактных осветлителях, построенных в 50х годах в г.г. Санкт-Петербурге, Кингисеппе, Уфе, Астрахани и др., за счет переоборудования контактных осветлителей в контактные префильтры и пристройке к ним фильтров второй ступени. Подбор соответствующего режима эксплуатации сделает возможным удовлетворение качества очищенной воды высоким требованиям СанПиНа 2.1.4.

Технологические изыскания по усовершенствованию приемов обработки воды в г.г. Кондопога, Пенза, Вологда, Псков и др. выявили технологическую необходимость и конструктивную возможность переоборудования сооружений с осветлителями со взвешенным осадком на первой ступени в контактные префильтры.

Весьма эффективным является применение технологии двухступенчатого фильтрования для удаления загрязнений антропогенного и природного происхождения в сочетании с другими методами обработки воды: окислительно-сорбционными методами с применением озона и активного угля или мембранной технологии.

Примером последнего является применение технологии двухступенчатого фильтрования при обработке воды прибрежных северных районов России, водоснабжение населенных пунктов которых, из-за климатических условий, представляет сложную техническую задачу. Пресные водоисточники пригодны только на короткое летнее время. В зимнее время реки, озера, ключи

перемерзают и возникают проблемы с пресной водой в нужных объемах.

Наиболее доступным способом является устройство шахтных колодцев непосредственно в поселках. Однако воды в них по всему побережью, в большинстве случаев, обогащены морской водой, которая характеризуется высоким содержанием и присутствием органических загрязнений, наличием железа и др.

Так, исходная вода берегового колодца, построенного для водоснабжения рыбозавода и населенного пункта полуострова Корф, содержит железа 20 мг/л, хлоридов 20000 мг/л, сульфатов 800 мг/л и имеет показатель окисляемости 25 мгО₂/л, ХПК 176 мгО₂/л, жесткость 70 мг-экв/л, цветность 250 град.

В этих условиях опреснительная установка может быть эффективна только при соответствующей предварительной очистке воды.

На основании экспериментальных исследований в лабораторных условиях и проверке их на производственных установках непосредственно на объекте была разработана технология обработки воды, включающая следующие процессы и оборудование:

- упрощенную аэрацию;
- безреагентное двухступенчатое фильтрование на контактном осветлителе и скором фильтре;
- окисление в реакторе озона и сорбцию и на фильтре с активным углем;
- обессоливание на мембранных фильтрах.

По данной технологической схеме была построена станция предварительной водоподготовки перед мембранными фильтрами.

В результате обработки по данной технологической схеме вода перед опреснительной установкой содержала железа 0,2 мг/л и имела цветность 18 град, окисляемость 2,4 мгО₂/л.

Глубокое удаление загрязнений значительно облегчило эксплуатацию и продлило рабочие циклы опреснительной установки, упростило промывки и улучшило условия эксплуатации мембран. Вода после опреснительной установки имела жесткость до 0,7-1,5 мг-экв/л, хлоридов до 230 мг/л и сульфатов до 25 мг/л.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТАНОВОК "ВОДОЛЕЙ" ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Воробьева С.В., Смирнова В.О., Телушкина Т.Ю.
Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

Модельный ряд безреагентных установок "Водолей" для кондиционирования водных систем широкого спектра назначения имеют производительность от 20 л/ч до 20000 м³/ч. Такие установки используют процессы электрообработки и могут применяться как при водообеспечении коллективов, так и при охлаждении газа водой в теплообменных аппаратах - кожухотрубчатых, оросительных и типа "труба в трубе". Они, кроме теплообменников, включают: устройства для охлаждения воды, коммуникации, насос, коллекторы газа, приборы контроля и управления.

Комплекс, в который входят водоприемные и водозаборные сооружения, насосные станции, емкости, водоводы в некоторых случаях используют морскую воду.

Для предупреждения образования накипи, обрастания или коррозии эффективно включение в состав элементов систем водоподготовки аппаратов "Водолей", которые могут значительно увеличивать сроки эксплуатации оборудования.

Вода питьевого качества со слабой минерализацией, по наблюдениям авторов, может полностью зашлаковать двухдюймовые новые трубы за 15-20 лет отложениями гидроксида железа, в основе чего лежит реализа-

ция электрокинетических эффектов. Использование электрофлотации и электрокоагуляции вследствие электрофоретических отложений на электродах так же вызывает зарастание межэлектродного промежутка и увеличение эквивалентного сопротивления блоков электрообработки. Высушивание пластин и ударное воздействие позволяет восстановить рабочую эффективность поверхности, омываемую водными дисперсиями. Опыт эксплуатации установок "Водолей" показал, что при правильном техническом обслуживании расходных элементов - электродов, срок их безотказной службы, не требующий замены, составляет 1,5-3 года.

При исследовании технологических процессов, связанных с предотвращением загрязнений поверхности машин, агрегатов, узлов, в том числе нефтегазового оборудования, целесообразно также учитывать взаимодействия машин с окружающей средой, а именно учитывать такие ее параметры как концентрация дисперсной фазы, бактериально - вирусное окружение, микроэлементный состав воздуха, воды и почвы, напряженность гравитационного поля, температура и давление омывающих сред.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ХЛОРИРОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ВОДЕ

Арутюнова И.Ю., Горина Е.Н., Малышев Б.В., Калашникова О.Б.
МГУП "Мосводоканал", Москва, Россия

В процессе водоподготовки, при обеззараживании хлором воды, содержащей органические загрязнения, образуются токсичные хлорорганические соединения (ХОС). В основном это соединения, относящиеся к группе тригалогенметанов (ТГМ), такие как хлороформ, бромформ, дихлорбромметан, дибромхлорметан. Перечисленные соединения являются токсичными и канцерогенными, и в концентрациях выше установленных ПДК могут создавать опасность для здоровья человека. Из регистрируемых ХОС наиболее значимые концентрации наблюдаются для хлороформа, который отнесен по классификации МАИР (Международное агентство по изучению рака) к канцерогенным веществам группы 2Б.

Концентрация образующихся при хлорировании воды ХОС зависит от многих факторов и, прежде всего, от содержания в воде органических загрязнений природного и антропогенного происхождения, например гумусовых веществ, планктона, нефтепродуктов и др. Помимо качественных характеристик очищаемой воды образование ХОС существенно зависит от режима обработки ее на водопроводных станциях. В первую очередь это относится к этапу первичного хлорирования. Концентрация ХОС возрастает прямо пропорционально дозе хлора и времени контакта его с водой.

Центром СТ в 2002-2005 гг. на экспериментальной станции очистки воды РВС (ЭСОВ РВС) был проведен

ряд исследований, направленных на изучение зависимости образования ХОС от различных режимов хлорирования воды.

В ходе исследований проводилось определение потенциала образования ХОС (максимально возможного образования ХОС в зависимости от содержания органических соединений) на разных стадиях очистки воды в соответствии с методикой, предложенной специалистами фирмы "Дегремон". Результаты показали, что традиционными способами очистки из воды невозможно полностью удалить истинно растворенные органические соединения, являющиеся предшественниками образования побочных продуктов хлорирования.

Одним из наиболее рациональных решений, позволяющих уменьшить образование хлорорганических соединений в питьевой воде, является поиск возможностей минимизации дозы хлора.

Как показали исследования, проведенные на московской и волжской воде, реальная возможность ограничения дозы хлора на предварительном хлорировании может быть достигнута при оптимизации процессов коагуляции-отстаивания. Повысить эффективность коагуляционной обработки воды можно различными способами: увеличением дозы коагулянта, поддержанием оптимальных значений рН воды, использованием наиболее эффективных коагулянтов и флокулянтов, организацией регулируемого механического перемешивания в камерах хлопьеобразования.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ КОАГУЛИРОВАНИЯ ВОД ЭВТРОФИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ С УЧЕТОМ МЕТОДОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

Журба М.Г., Магомадов З.Р.
ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия

В настоящее время, в традиционных схемах подготовки воды для питьевых целей коагулирование и флокулирование устойчивых примесей осуществляется обычно после первичного хлорирования. Реже применяют периодическое и дробное коагулирование.

Выбор типа коагулянтов и флокулянтов, концентраций рабочих растворов реагентов и требуемых их доз осуществляют пробным коагулированием и корректируют при существенном изменении качества воды.

При использовании для хозяйственно-питьевых целей воды из эвтрофированных водоемов (на примере одного из озер Курганской обл.) с характерной для них высокой окисляемостью (20 - 30 мгО/л), мутностью (18,5 - 72,4 мг/л), цветностью (30 - 100 градусов ПКШ), содержанием хлоридов (600 - 650 мг/л) жесткостью (10,0 - 12,7 мг-экв/л), наличием фитопланктона (в отдельные периоды интенсивного цветения более 100000 в 1мл) и техногенных нагрузок (ПАВы, азот аммонийный, соли тяжелых металлов, нефтепродукты) необходимо отметить, что качество таких водоемов подвержено существенному изменению не только по сезонам года, но и в зависимости от гидрологических и климатических явлений (волны, залповые сбросы техногенных загрязнений и др.).

Подготовка таких вод для питьевых целей является сложной задачей и обычно предусматривает ряд сооружений и устройств для предварительной очистки воды перед основными сооружениями (ковшевые отстойники, фильтрующие водозаборные оголовки, микрофильтры, ввод порошковых сорбентов, обработку перманганатом калия, озонирование и др.). Кроме того, предварительное обеззараживание воды хлором на первой ступени очистки может существенно изменить качество исходной воды.

Поэтому, во многих случаях, для повышения производительности очистных сооружений, получения экономии реагентов и улучшения качества питьевой воды необходим тщательный подбор коагулянтов и флокулянтов, отработка режима их ввода и смешения с очищаемой водой и непрерывный контроль за дозой и концентрацией растворов реагентов.

Для оперативного и объективного уточнения доз и

режимов коагулирования воды обосновано дополнительное применение методов контроля с использованием окислительно-восстановительного и электрокинетического потенциалов, рН, щелочности и температуры воды. Кроме того, важно помнить, что результаты выбора оптимальных доз и концентраций реагентов во многом зависят от правильно подобранных методов и сооружений для смешения воды с реагентами и последующего хлопьеобразования.

Перед вводом растворов коагулянтов и флокулянта предподготовка воды осуществлялась по следующей схеме: ковш-отстойник; микрофильтр; смеситель; комбинированный осветлительно-сорбционный контактный фильтр КФПЗ-7. Ввод реагентов осуществлялся непосредственно после микрофильтра.

При качестве исходной воды в озере, приведенном выше, в соответствии с программой исследований производилось:

- сравнение эффективности различных коагулянтов - флокулянтов и их комбинаций (БОПАК-Е - 10% отдельно и совместно с флокулянтом Праестол-650 - 0,5%; Аква-Аурат (ОХА) - 18% - отдельно и совместно с флокулянтом Праестол-650 - 0,5%);
- определение оптимальной концентрации раствора коагулянта (на примере исходного ОХА - 18% с концентрацией рабочего раствора от 1 до 5%);
- определение оптимальной дозы ОХА - 3,6% с исследованиями в диапазоне доз от 1 до 15 мг/л.

Результаты исследований, проведенных в летний период (июнь - июль 2005г.) показали, что при изменении рН исходной воды от 6,1 до 8,0, Eh - от +106,7 до 276,8 мВ, щелочности ~ 7,4 - 10,6 мг-экв/л, окисляемости от 18,4 до 26,6 мг/л, T = 19 - 22оС, цветности от 17,2 до 96 градусов ПКШ и мутности от 1,8 до 9,8 мг/л достичь требуемого качества питьевой воды удавалось (наилучшие результаты) при использовании 3,6% - го раствора ОХА с оптимальной дозой 8 мг/л.

Дальнейшие исследования в осенне-зимний и весенний периоды года позволят сравнить полученные результаты с результатами при изменении сезонного качества исходной воды.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БИОРЕАКТОРА-ОКИСЛИТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Говорова Ж.М., Говоров О.Б.
ГУП "МосводоканалНИИпроект", Москва, Россия

Качество подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевом водоснабжении городов Подмосковья, отличается разнообразием и зависит, в том числе, от глубины залегающих водоносных горизонтов и состава водовмещающих пород. Для изученных нами подземных вод Касимовского водоносного горизонта было зафиксировано повышенное содержание железа общего (1,4-2,8 мг/л) и жесткости (7,5-9,13 мг-экв/л), незначительные концентрации фторидов (0,3-0,4 мг/л). Вода не соответствовала требованиям СанПиН 2.1.41074-01 по запаху (3-4 балла), а в отдельных случаях - по мутности (2-3 мг/л). В водах, забираемых из Подольско-Мячковского горизонта, содержание железа общего достигало 0,7-0,8 мг/л, фторидов - от 3,72 до 3,80 мг/л. Запах (преимущественно сероводородный) и привкус приближались к критическим значениям (2 балла). Общая минерализация воды в большинстве случаев колебалась в пределах от 500 до 600 мг/л, содержание сульфатов составляло - 100-300 мг/л, хлоридов - 10-60 мг/л, а перманганатная окисляемость изменялась от 0,94 до 2,7 мгО₂/л.

Методы обезжелезивания подземных вод в зависимости от наличия в них органических соединений, газов, различных форм железа, марганца, рН, щелочности и общего соледержания весьма различны. Их область применения и основные технологические параметры приведены в многочисленных исследованиях различных авторов и обобщены в /1/.

На практике широко применяется метод обезжелезивания воды упрощенной аэрацией изливом воды с высоты > 0,6 м и фильтрованием, имеющий, однако, ограниченную область применения по содержанию железа общего, щелочности, рН, сероводороду и др.

Расширить область применения указанного метода и повысить надежность предложено использованием на первой ступени очистки воды биореакторов с насадкой

из крупногранульного пенополистирола или кускового пенопласта, в которых процессы аэрации и дегазации подземных вод происходят более интенсивно, чем в свободном объеме, а на второй - фильтра ФПЗ-1.

В данном случае, совмещение аэрации с орошением через насадку с хорошо развитой поверхностью гранул пенополистирола позволяет совместить процессы дегазации (СО₂ и Н₂С) с интенсификацией окисления соединений Fe²⁺ в Fe³⁺ и предварительным задержанием образующегося рыхлого весьма подвижного осадка Fe(OH)₃ в межпоровом пространстве и его адсорбции на поверхности гранул. На подземных водах гг. Жуковского, Железнодорожного, Твери и др. в реальных условиях изучалась работа биореакторов высотой 3,5-3,8 м с толщиной гранульной насадки 1,5-1,7 м. Скорость фильтрования воды в биореакторе назначалась 9,6, 24 и 36 м/ч, а время контакта насыщенной воздухом воды с насадкой биореактора изменялось от 15 до 5,5 мин.

Результатами экспериментальных исследований было установлено, что через 6-24 ч происходит "зарядка" биореактора, вследствие чего гранулы фильтрующего слоя покрываются пленкой-катализатором реакции окисления двухвалентного железа. Содержание железа общего в опытах на биореакторе снижалось с 1,88-2,67 мг/л до 1,4-0,6 мг/л; концентрация СО₂ уменьшалась на 70-80%; рН повышался с 7,10 до 7,23; запах в пробах очищенной воды отсутствовал. Прирост потерь напора за 70-72 часа работы биореактора составлял 20-40 см.

На основании характерных кривых выноса осадка гидроокиси железа с промывной водой после биореактора было установлено, что при интенсивности промывки нисходящим потоком воды 25-30 л/с.м² и относительном расширении загрузки до 25% ее отмывка по железу общему с 750 мг/л до 20 мг/л осуществлялась в течение 4 минут.

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА БИОРЕАКТОРАХ С НОСИТЕЛЯМИ ПРИКРЕПЛЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Журба М.Г.

ГУП "МосводоканалНИИпроект", Москва, Россия

Квартенко А.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

В отличие от существующих систем предварительной очистки воды, основанных на фильтрации, лишь частично использующих живые организмы (био-пленка медленного фильтра), применение управляемых гидробиоценозов базируется на поглощении и минерализации гидробионтами взвешенных веществ, на которых, как правило, сорбируются техногенные загрязнения. Естественные ценозы поверхностных водоемов обеспечивают постоянную способность природной воды к самоочищению. Увеличения эффективности биологической очистки воды можно добиться повышением концентрации биомассы в единице водотока за счет иммобилизации естественных

групп гидробионтов на носителях. При реализации пространственной сукцессии гидробионтов степень очистки воды может быть довольно высокой. Одним из направлений в реализации данной технологии, по нашему мнению, является использование закрепленной микрофлоры в специально разработанных сооружениях - биореакторах.

Исследования проводились на воде р. Устье, максимальное загрязнение которой наблюдается в мае-ноябре. Река подвержена сильному техногенному загрязнению, характеризуется небольшими глубинами и, как следствие, хорошо прогревается в летнее время, что приводит к резкому ухудшению качества воды.

Таблица. Показатели качества воды р. Устье (среднегодовые)

Год	Концентрация ингредиентов в долях ПДК				Хром (VI), мг/л	Превышение концентрации соединений меди к природному фону, мг/л
	БПК _{полн.}	Азот нитратный	Азот аммонийный	Нефтепродукты		
1995	6,3	10,0	8,2	0,015	7,6	0,031
2004	1,7	2,4	2,8	0,008	2,2	0,008

При высоких концентрациях органических веществ, дефиците кислорода и невысоких температурах (14-16 оС в осенний период) организмы водного биоценоза не в состоянии быстро использовать органические вещества, в результате чего они накапливаются и трансформируются на протяжении недель и месяцев. С течением времени такой водоем следует классифицировать как водоем с концентрированной средой органических веществ. Основными причинами этого являются: повышенная концентрация биогенных элементов, обусловленная поступлением недостаточно очищенных бытовых сточных вод; слабый водообмен; дефицит кислорода в толще воды.

Исследования проводились в разные сезоны года при разных значениях температуры воды, окисляемости, цветности, содержания соединений азота. В результате проведенных исследований установлено, что при температуре исходной воды 14-15°С, окисляемости 26-27 мг/л, цветности 55 град. в начальный период работы биофильтра эффективность снижения окисляемости составляет 12-15%, цветности 30-40%. Этот период приходится на октябрь-ноябрь, когда в природной воде наблюдается резкое повышение органических веществ, вследствие разложения листвы, водорослей и высшей водной растительности. Это является благоприятными факторами для образования концен-

трированных сред с характерно высокими значениями окисляемости, БПК, а так же промежуточными продуктами распада - стойкими гидрофильными соединениями, каждая группа которых находится на разных стадиях трансформации.

В летний период, когда в воде находятся легкоокисляемые низкомолекулярные соединения, процесс усвоения микроорганизмами их органического углерода проходит наиболее легко, а значения окисляемости за такой же период времени, как и в первой серии опытов, снижались с 15-18 мг/л до 5 мг/л, цветности соответственно с 30-42 град. до 20-24 град.

Рассматривая зависимость эффективности биохимического окисления органических веществ от времени контакта и скорости фильтрования, был сделан следующий вывод: чем выше окисляемость и ниже температура речной воды, тем большее время требуется для вывода биофильтра в нормальный режим процесса биохимического окисления. При этом 15%-ый эффект очистки достигается через 15-20 минут контакта и скорости фильтрации поддерживаемой в пределах 2-3 м/ч, а 30-40%-ый эффект очистки достигался лишь через 30-40 минут контакта обрабатываемой воды с закрепленной микрофлорой.

Была исследована возможность окисления азотсодержащих соединений закрепленной на носителе микрофлорой. При этом качество воды поддерживалось в пределах: $T = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$, $O_2 = 9,21\text{ мг/л}$ и $pH = 7,5$.

С течением времени содержание азота аммонийного в воде уменьшается, однако увеличивается содержание нитритов и нитратов. Это объясняется тем, что процесс нитрификации аммонийного азота происходит в две ступени автотрофными бактериями, для которых источником углерода служит CO_2 . На первой ступени аммонийный азот окисляется до нитритов бактериями рода *Nitrosomonas* и *Nitrosococcus*, а на второй ступени нитриты окисляются в нитраты бактериями рода *Nitrobacter Nitrocystis*.

В технической литературе отмечается, что применение иммобилизованных микроорганизмов повышает скорость реакции на порядок, причем важным фактором является повышение возраста активного ила или закрепленной микрофлоры. Бактерии нитрификаторы обладают слабой способностью к флокуляции. Поэтому материал твердого носителя оказывает сильное влияние на эффективность процесса и соотношение продуктов реакции. Исследования, проведенные ранее, показали, что наиболее эффективным материалом для иммобилизации микроорганизмов является капроновая текстурированная жгутовая нить (КТЖН), обладающая значительной удельной поверхностью (до 2000 м^{-1}). Она гид-

рофобна, следовательно, лучше сорбирует на своей поверхности микроорганизмы и водоросли.

Выводы

В целом, проведенные опыты показали, что:

- Использование сообществ микроорганизмов, иммобилизованных на волокнистом носителе, позволяет значительно снизить содержание биогенных элементов в исходной воде, и как следствие, дозы коагулянтов, флокулянтов и нагрузку на осветлительные фильтры, а также остаточное содержание алюминия в фильтрате.
- Эффективность использования биопредочистки зависит от температуры воды и может достигать по цветности и окисляемости от 15% в осенне-зимний период до 40-50% в весенне-летний.
- Использование биопредочистки позволяет снизить возможность образования канцерогенных и хлорорганических соединений после первичного хлорирования.
- Скорость окисления аммонийного азота зависит от возраста микрофлоры (активного ила), температуры, концентрации микроорганизмов, концентрации аммонийного азота, растворенного в воде кислорода и материала носителя. Период созревания микрофлоры составляет 2-3 недели.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ЗАГРУЗКИ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

Самсонова А.С., Семочкина Н.Ф., Рылюк В.В., Глушень Е.М.
Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
Менча М.Н.

Коммунальное унитарное многоотраслевое предприятие жилищно-коммунального хозяйства
"Барановичское городское ЖКХ", Барановичи, Республика Беларусь

Изучен количественный и качественный состав микробного ценоза биологически активных загрузок (БАЗ) станций обезжелезивания водозаборов "Окунево" (г. Новополоцк) и "Лучеса" (г. Витебск).

В составе БАЗ обнаружены микроорганизмы, усваивающие органические и минеральные формы азота, споровые бактерии, железобактерии, нитрифицирующие и денитрифицирующие микроорганизмы. Атиноми-

цеты и микроскопические грибы в микробных ценозах исследованных загрузок не выявлены.

Количество микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота, в загрузке станции обезжелезивания водозабора "Окунево" в 3 раза больше, чем в БАЗ водозабора "Лучеса", спорных бактерий больше в 5 раз, железобактерий в 6 (табл.).

Таблица. Количественный состав БАЗ станций обезжелезивания водозаборов "Окунево" и "Лучеса"

Образец	БАЗ, "Окунево", г. Новополоцк	БАЗ, "Лучеса", г. Витебск
Микроорганизмы, усваивающие органические формы азота, кл/г	3,1 · 10 ⁵	1,0 · 10 ⁵
Микроорганизмы, усваивающие минеральные формы азота, кл/г	3,3 · 10 ⁵	1,1 · 10 ⁵
Споровые бактерии, кл/г	5,5 · 10 ³	1,0 · 10 ³
Железобактерии, кл/г	1,5 · 10 ³	2,5 · 10 ²
Нитрификаторы, кл/г	1,3 · 10 ⁵	6,0 · 10 ²
Денитрификаторы, кл/г	1,3 · 10 ⁵	6,0 · 10 ²

Микробные ценозы биологически активных загрузок водозаборов "Окунево" и "Лучеса" также значительно различаются по содержанию нитрифицирующих и денитрифицирующих микроорганизмов. Количество микроорганизмов этих групп в образцах БАЗ станции обезжелезивания г. Новополоцка в 217 раз больше, чем в загрузке водозабора "Лучеса".

Среди наиболее часто встречающихся культур, усваивающих органические и минеральные формы азота, в составе биоценоза БАЗ доминировали грамположительные микроорганизмы, образующие бесцветные, белые, желтые, выпуклые, гладкие, блестящие, мягкие колонии. Клетки палочковидные, полиморфные, неветвящиеся, культуры имеют четко выраженный жизненный цикл развития: кокки - полиморфные палочки - кокки. Аэробы, растут при 10°C, могут использовать аммонийные соли и нитраты, как источники азота. Сферические и эллипсоидные клетки микроорганизмов, как правило, погружены в общую капсулу, пропитанную окислами железа. Клетки имеют явное сходство с представителями рода *Arthrobacter*.

При микроскопическом исследовании образцов БАЗ со станций обезжелезивания г. Новополоцка и г. Витебска были обнаружены нитчатые бактерии рода

Leptothrix, представляющие собой палочковидные клетки, собранные в цепочки, окруженные трубчатым влагалищем, пропитанным окислами железа. В образцах БАЗ станции обезжелезивания как г. Новополоцка, так и г. Витебска обнаружены нитчатые бактерии рода *Crenothrix*, имеющих коническую форму влагалища, и прикрепленные к субстрату. Были выявлены также культуры рода *Galionella*, характеризующиеся образованием скрученных ветвящихся нитей, покрытых гидроокисью железа и тонкие нити, септированные на отдельные клетки, с не всегда заметными перегородками. Нити были расположены в пучке тонких ожелезненных волокон, которые на изгибе веерообразно расходятся, что характерно для представителей рода *Toxothrix*.

Проведенные исследования состава биоценозов БАЗ станций обезжелезивания водозаборов "Окунево" и "Лучеса" свидетельствуют о том, что они не различаются по качественному составу представителей микрофлоры. Однако, следует отметить, что для микробного ценоза биологически активной загрузки станции обезжелезивания г. Новополоцка характерно более высокое содержание всех групп выявленных микроорганизмов, что можно объяснить разным химическим составом очищаемой воды.

КОМПАКТНЫЕ СТАНЦИИ ОЗОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ, БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ПЕРВИЧНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ



Исаков В.Д.

Научно-исследовательский институт машиностроения, Нижняя Салда, Россия

Современное промышленное оборудование по озонированию воды, как правило, базируется на инновационных технологиях ее обработки, обеспечивающих конкурентоспособность: миниатюризацию, энергосбережение и удешевление изготовления не менее чем в два раза по отношению к существующим рыночным ценам.

В ходе экспериментов, проведенных во ФГУП "НИИМаш" за период с 1990 г. по 1996 г., была поставлена цель создания в процессе очистки таких условий, когда вредные вещества взаимодействовали бы с достаточным для окисления количеством озона, а требуемый результат достигался бы в течение короткого промежутка времени и с уменьшенным потреблением озона. Так возникла идея гидродинамического способа, который заключался в формировании главных процессов очистки в рабочей зоне аппарата, подвергнув рабочую среду в ней разнообразным интенсифицирующим физическим воздействиям.

ФГУП "НИИМаш" разработал и выпускает параметрический ряд оборудования по озонированию воды производительностью 100, 1000, 2000 и 10000 м³/сутки. Предлагаемая контактная камера-реактор в РФ и за рубежом аналогов не имеет. Исключительное право в РФ на способ и устройство принадлежит ФГУП "НИИМаш".

Контактная камера-реактор установки по обработке воды озоном производительностью 10000 м³/сутки представляет собой конструкцию, состоящую из отдельных агрегатов в полной заводской готовности, выполняющих заданные функции. В ее состав входит реактор для обработки воды озоном из двух горизонтальных резервуаров в форме параллелепипеда со скругленными ребрами, установленных на невысоких опорах. Первый резервуар с помощью коротких патрубков с фланцами присоединен к резервуару идентичного внешнего вида, но без эжектора-смесителя. На первом горизонтальном резервуаре сверху, параллельно его поверхности, установлен эжектор-смеситель, оснащенный цилиндрической трубой с удлиненным коническим раструбом.

Представленная контактная камера обладает следующими преимуществами, по сравнению с аналогами, выпускаемыми в Российской Федерации и за рубежом:

- малогабаритностью и компактностью: площади, занимаемые озонатором, контактной камерой и нейтрализатором остаточного озона, в установках с наибольшей производительностью (10000 м³/сутки) не превышают 25 м²;
- возможностью использования для размещения оборудования уже имеющиеся здания и сооружения со стандартной высотой потолков благодаря его горизонтальной компоновке (применяемые в обычной практике контактные камеры имеют высоту до пяти метров).

Институт разработал и приступил к промышленному изготовлению МИНИ-станций производительностью 25...100 м³/сутки с автоматизированной системой управления, с законченным технологическим циклом обезвреживания и обеззараживания воды, включая подготовку воздуха, получение озона, деструкцию остаточного озона. Технические характеристики МИНИ-станции: габариты - 1200×700×1600 мм, напряжение питания - 220В, потребляемая мощность - 3,0 кВт, масса - 300...500 кг.

Для комплектации МИНИ-станций создан специальный плазмохимический высокочастотный высоковольтный озонатор производительностью до 15 г/ч при минимизации его общего габаритного объема до 0,006 м³.

Озонатор, включенный в состав МИНИ-станции, будучи самостоятельным агрегатом, применяет низкотемпературную плазму. В качестве источника электропитания служит высоковольтный преобразователь напряжения, также созданный в институте. Кроме того, разработан и изготовлен плазмохимический деструктор газов, в том числе, и озона, где на деструкцию "работает" холодная плазма, имеющая температуру от 5000 до 10000 °С.

Согласно выбранному техническому решению конструкция МИНИ-станции также предусматривает очистку промышленных сточных вод в диапазоне вышепредставленных производительностей 25...100 м³/сутки. Настройка на тот или иной расход осуществляется подбором эжекторов-смесителей и озонаторов.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРИВЕДЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ В СООТВЕТСТВИЕ С САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИМИ НОРМАМИ



Торопов М.Н.

Московский государственный университет путей сообщения, Москва, Россия

Качество питьевой и технической воды, ее соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам определяется качеством воды в источнике водоснабжения и состоянием транспортирующих сетей, степенью их загрязнения продуктами коррозии, песчано-глинистыми и органическими отложениями. Подобные загрязнения способствуют развитию в трубопроводах биопроцессов, росту колоний бактерий, водорослей и грибов. Проявлением этого являются биокоррозия, образование запахов, загрязнение воды коллоидами, железом и марганцем.

Прохождение указанных процессов обостряется высокой степенью износа трубопроводов (65-70%). В виду частых аварийных ситуаций отсутствует достоверная информация о расположении и состоянии сетей. Кроме того, при поэтапной замене (такова реальность) ветхих линейных элементов сетей составляющие коррозии и загрязнений будут постоянно переноситься водой на чистые элементы трубопроводов.

Выходом из замкнутого круга может быть реализация комплексного подхода к улучшению качества питьевой и технической воды, включающего в себя:

- проведение диагностики сетей с целью определения их точного расположения и состояния. Определение участков, исчерпавших свой ресурс и требующих замены;
- замена ремонтнепригодных участков и выбор материалов оптимальных по своим физико-механическим характеристикам для ремонта;
- при необходимости, глубокая очистка питательной воды от железа, марганца, тяжелых металлов, нефтепродуктов, бензола и других примесей;
- антикоррозионная и антиадгезионная обработка поверхностей трубопроводов и оборудования, контактирующих с жидкостью, с созданием длительной антикоррозионной и антиадгезионной защиты.

Именно такой подход реализуется в последнее время на объектах железнодорожного водоснабжения от источника (артезианской скважины, водозабора) до систем водоснабжения станций, вокзалов, ремонтных предприятий и пассажирских поездов.

Для целей диагностики состояния и расположения сетей используют георадиолокацию, позволяющую быстро и эффективно в условиях характерной для железнодорожных объектов плотной промышленной и жилой застройки определять местонахождение и состояние сетей. По полученным данным определяются ремонтнепригодные участки, требующие замены.

Для улучшения качества воды в источниках применяют положительно зарекомендовавшую себя разработку Петербургского государственного университета путей сообщения - технологию получения фильтрующего материала из смеси природных материалов и активирующих добавок - "Активированный алюмосиликатный адсорбент" (AAA).

AAA высокоэффективно очищает природные поверхностные воды от цветности, мутности, железа, марганца, сероводорода и других пахнущих органических и минеральных веществ. Результаты испытаний AAA представлены в таблице 1. Преимущества и экономическая эффективность данной технологии очистки подтверждены опытом внедрения ее на более чем 30 предприятиях страны.

Срок службы трубопроводов продлевают при устранении причин вторичного загрязнения воды за счет технологии термодинамической активации воды (ТермоДАВ). ТермоДАВ предназначена для очистки и защиты от образования накипи, отложений и коррозии систем питьевого, холодного и горячего водоснабжения, объектов стационарной теплоэнергетики и подвижного состава.

Таблица. 1 Результаты испытаний активированного алюмосиликатного адсорбента (AAA).

№п	Наименование показателя	Единицы измерения	Результаты измерений		Нормативные документы на метод исследования
			Исходная	После очистки	
1	Никель	Мг/дм ³	94,0	0,0035	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
2	Свинец	Мг/дм ³	58,5	0,007	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
3	Кадмий	Мг/дм ³	81,1	0,004	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
4	Железо	Мг/дм ³	100,0	<0,05	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
5	Марганец	Мг/дм ³	81,1	0,0047	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
6	Цинк	Мг/дм ³	66,3	0,0024	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
7	Медь	Мг/дм ³	60,1	0,002	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
8	Хром 3 ⁺	Мг/дм ³	180,0	0,006	ПНДФ 14.1:2:4. 140-98
9	Нефтепродукты	Мг/дм ³	500,0	1,0	ПНДФ 14.1:2:4. 128-98

Механизм действия заключается в изменении энергетического потенциала материала трубопроводов и оборудования при однократном введении в подпиточную воду ремонтно-восстановительного состава, изготовленного из экологически чистых природных компонентов. В отличие от существующих методов (магнитных, ультразвуковых, электрохимического способа, обратного осмоса, реагентных добавок и т.д.) при использовании ТермоДАВ осуществляется длительная антиадгезионная и антикоррозионная защита (не менее 7 лет) без постоянной дозировки реагентов и затрат энергии. Метод не требует применения дополнительного оборудования, а качество воды приводится в соответствие с санитарно-эпидемиологическими нормами. ТермоДАВ внедрен для очистки систем водоснабжения в более чем

20 городах, железнодорожных поселках и станциях. Протяженность обработанных водопроводных сетей только в г. Болотное составила 76 км. Протоколами испытательных лабораторий Госсанэпиднадзора РФ подтверждено приведение качества воды в городе Болотное в соответствие с требованиями СанПиН. Перед обработкой количество Fe превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 4 раза, Mn - в 10 раз. Вода не соответствовала нормам и по наличию осадка и мутности. После однократной обработки практически приведены к нулевой отметке показатели по 20 исследуемым параметрам. Количество Fe уменьшилось в 10 раз, Mn - в 100 раз. Обеспечен долгосрочный показатель. Замеры проводились на протяжении 5 лет (рис. 1).

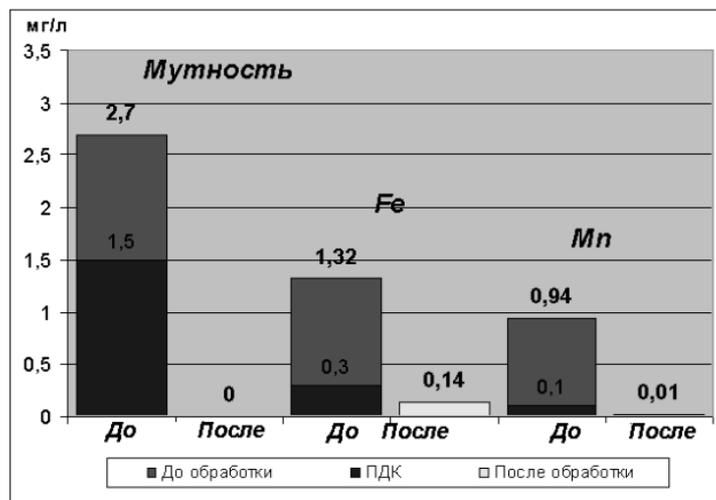


Рис. 1. Анализ химического состава питьевой воды в водопроводах г. Болотное до и после обработки ТермоДАВ.

Обработка систем водоснабжения пассажирских вагонов с применением ТермоДАВ позволила значительно улучшить качество воды. В частности, содержание железа в питьевой воде до обработки превышало норму и составляло 0.31 - 0.32 мг/л, а после обработки составило 0.088мг/л.

Решение проблемы в комплексе (от артезианских скважин до систем заправки вагонов) и систем водоснабжения самих вагонов позволило обеспечить наличие экологически чистой воды у пассажиров.

КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Горб Ю.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина

Изменение качества воды в источниках - снижение мутности и возрастание цветности - связано с зарегулированием рек. В связи с этим возрастает актуальность предварительной подготовки воды и очистки от крупных взвешенных веществ и планктона. При больших концентрациях водорослей снижается фильтроцикл, увеличивается расход воды на промывку.

Крупную взвесь традиционно удаляют барабанными сетками, а при содержании в исходной воде планктона более 1000 кл/мг, используются микрофильтры.

Микрофильтры и барабанные сетки имеют ряд существенных недостатков: высокая стоимость, металлоемкость, сложность в эксплуатации.

В настоящей работе была предложена трубчатая полимербетонная конструкция, позволяющая использовать существующие камеры входных устройств. В этой камере вместо барабанных сеток или микрофильтров монтируется сборный коллектор с распределяющей системой труб. Пористая полимербетонная труба изготавливается на месте или в специализированном участке и присоединяется к распределительной системе.

Вода фильтруется через стенки внутрь пористой трубы, а промывка осуществляется в обратном направлении.

Преимущество использования такой конструкции заключается в следующем: небольшие капиталовложения, легкость монтажа, простота эксплуатации, малая металлоемкость.

Исследования по данной теме были разделены на два основных этапа:

- Получение технологических параметров работы полимербетона в лабораторных условиях.

- Апробация полученных технологических параметров на пилотной установке в натуральных условиях.

Для проведения опытов была собрана лабораторная установка, на которой исследовался фрагмент стенки из полимербетона. Планктон имитировался молотым кварцевым песком крупностью 20-40 мкм - такой размер частиц соответствует размеру ячеек сетки для микрофильтров.

Первые эксперименты на чистой воде заключались в получении гидравлических характеристик образцов. Зависимость потерь напора от скорости фильтрования оказалась линейной.

Для определения параметров промывки были проведены несколько серий опытов, в которых варьировались интенсивности и продолжительности промывки. Во время промывки фиксировались потери напора в образце через 30-60с. По полученным данным была построена зависимость сопротивления образцов от времени, что позволило выбрать необходимую интенсивность и продолжительность промывки.

Дальнейшие эксперименты проводились при концентрации частиц примерно 10000 шт/см³. Анализ графиков зависимости сопротивления образцов от времени показал, что сопротивление образцов вначале растет, а затем стабилизируется.

Исходя из полученных лабораторных данных, можно утверждать, что пористые полимербетонные трубы можно применять для предварительной очистки воды от крупной взвеси и планктона. Окончательный выбор крупности заполнителя и режима эксплуатации предложенной конструкции может быть сделан после проведения исследований на пилотной установке в натуральных условиях.

КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ВХОДЕ ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ

Корчагин К.А.

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

Исследовался характер изменений показателей качества воды, поступающей на водопроводную станцию, в целях прогноза продолжительности неблагоприятных периодов в течение года (половодья, паводки, дожди, цветение фитопланктона). Эта информация необходима для расчета требуемых мощностей и реагентов на водопроводной станции, что осуществляется с помощью созданного ранее программного комплекса AquaCAD. Исследовались характеристики следующих величин: расхода воды в реке и 4 параметров ка-

чества - мутности, цветности, перманганатной окисляемости и численности фитопланктона. По временным рядам величин находились их распределения вероятностей, статистические параметры которых приведены в табл. 1.

Все распределения имеют асимметрию, характеризующую область экстремальных значений величин. Положительный эксцесс свидетельствует об остроконечности распределений. Корреляции между рассматриваемыми величинами представлены в табл. 2.

Таблица 1

Величина	Мода	Среднее	Станд. откл.	Асимметрия*	Эксцесс*
Расход воды в реке, м ³ /с	14.8	20.8	33.8	12.1	207
Мутность, мг/л	1.7	5.0	5.3	5.2	49.1
Цветность, град	24.0	26.2	9.1	2.0	5.8
Окисляемость, мгО/л	5.0	6.0	1.7	1.7	3.4
Фитопланктон, тыс. кл/мл	0.6	9.1	13.8	2.4	7.0

*Асимметрия и эксцесс безразмерны.

Таблица 2

	Расход	Мутность	Цветность	Окисляемость
Расход	1			
Мутность	0.67	1		
Цветность	0.42	0.47	1	
Окисляемость	0.44	0.61	0.83	1
Фитопланктон	-0.04	0.24	-0.03	0.26

Наиболее высокая корреляция (0.83) наблюдается между цветностью и окисляемостью, поскольку оба показателя характеризуют содержание органического вещества в воде. Следующая по величине корреляция (0.67) между мутностью и расходом воды в реке объясняется тем, что рост расхода вызывает повышение мутности за счет эрозионных процессов на водосборе и в ложе реки. Достаточно высокий уровень корреляции (0.61) между окисляемостью и мутностью свидетельствует о том, что взвесь содержит значительное количество органического вещества. По этой же причине наблюдается корреляция между цветностью и мутностью, хотя и менее выраженная (0.47). Корреляция между парами окисляемость - расход (0.44) и цветность - расход (0.42) есть отражение того обстоятельства, что рост расхода воды в реке происходит в

значительной степени за счет поверхностного стока, содержащего гумусовые и дубильные вещества. Невысокая корреляция между парами фитопланктон - окисляемость (0.26) и фитопланктон - мутность (0.24) связана с тем, что клетки водорослей, с одной стороны, выделяют продукты метаболизма в процессе жизнедеятельности и продукты распада при отмирании, а с другой стороны, находясь во взвешенном состоянии, вносят вклад в мутность. Наконец, фитопланктон совершенно не коррелирует с расходом и цветностью. Это связано с тем, что на развитие водорослей влияют многие разнонаправленные факторы, такие, как концентрация биогенных веществ, температура, освещенность, численность зоопланктона, наличие макрофитов и пр., на фоне которых влияние расхода и цветности незаметно.

"ЛАЗУРЬ-М" - УНИВЕРСАЛЬНЫЕ БАКТЕРИЦИДНЫЕ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ ВОДЫ

Ульянов А.Н.
ЗАО "СВАРОГ", Москва, Россия

За последнее десятилетие все ведущие микробиологические центры мира в своих отчетах отмечают значительное повышение устойчивости патогенной микрофлоры, существующей в природной воде к воздействию дезинфектантов (моноклорамин, гипохлорит, озон) и ультрафиолетового излучения.

Дозы необходимые для инактивации всех основных видов микроорганизмов на 3-4 lg повысились в 2-3 раза, а для полной инактивации до 5 раз. В связи с этим корректируются минимальные дозы дезинфектантов и ультрафиолетового излучения в стандартах всех индустриально развитых стран.

Так нормативы по УФ-оборудованию воды США, Канады, Европы и Юго-Восточной Азии изменились за указанный период с 20 до 40 мДж/см² энергии ультрафиолетового излучения в конце срока службы ламп. При проектировании новых станций обеззараживания воды и стоков закладываются плотности энергии УФ потока до 70÷100 мДж/см² при высокой прозрачности воды (до 85%). Это надо учитывать потребителям, приобретая установки или проводя проектирование объектов ЖКХ и промышленных объектов России по обеззараживанию воды и стоков. Поэтому большое внимание всех ведущих фирм мира известных научных центров привлекает новая технология обеззараживания воды и стоков: одновременное воздействие на воду ультразвука и ультрафиолета в объеме корпуса установок серии "Лазурь М". По существу это прорыв в технологии обеззараживания водных сред.

1. Отличие обработки воды, используемой в нашей технологии, состоит в применении, как коротковолнового (253,7 нм), так и вакуумного ультрафиолета (185 нм), а также ультразвукового излучения плотностью не менее 2 Вт/см². Это позволяет провести практически полное обеззараживание (до 99,9999%) и уничтожить бактерии и вирусы в количестве, недоступном для традиционных технологий, использующих ультрафиолетовое излучение и окисление озоном, энергоемкость которого к тому же в 3-4 раза выше, чем в описываемой технологии.

2. Установки абсолютно не подвержены биообратанию и соляризации. В процессе одновременного воздействия ультрафиолетового излучения, ультра-

звука и акустических колебаний на водную среду образуются мощные окислители, однородно распределенные по обрабатываемому объему, что повышает эффективность воздействия УФ-излучения в тысячи раз и позволяет полностью уничтожить (происходит полное фотохимическое окисление) любые формы микроорганизмов:

- вирусы и простейшие в концентрациях - до 10⁶ ед/л,
- споровые - до 10⁵ ед/л

Множество патогенных микроорганизмов, в особенности, спорообразующие бактерии и микроорганизмы, имеющие инкапсулированную конструкцию (такие, как *Cryptosporidium* и *Giardia*), значительно более устойчивы к дезинфекции хлором, чем организмы, обычно используемые в качестве индикаторных. Предполагалось, что единственным эффективным средством удаления *Cryptosporidium* из систем водоснабжения является фильтрация. Но в настоящее время озон и ультрафиолетовое излучение рассматриваются в качестве реальных альтернативных средств инактивации присутствующих в воде ооцист, способных заменить системы дезинфекции, основанные на применении хлора.

Устойчивые к хлору энтеровирусы эффективно инактивируются дозами УФ-излучения порядка 25 мВт.с/см². Найдено (Ransome и др., 1993), что для уменьшения степени эксцистации микроорганизмов *Cryptosporidium parvum* на 90% необходимы дозы 80 мВт.с/см², а для достижения этого показателя до 99 % - 120 мВт.с/см². В работе (Bukhari и др., 1999) показано, что для улучшения степени инактивации *Cryptosporidium parvum*, соответствующей показателю 4 по логарифмической шкале, достаточно дозы 41 мВт.с/см², а для инактивации ооцист *Cryptosporidium* в соответствии с показателем 3.9 по логарифмической шкале, необходима доза 19 мВт.с/см². В работе (Mofidi и др., 2001) показано, что для инактивации вызывающих инфекции *Cryptosporidium parvum* в соответствии с логарифмическим показателем 2 (на 99%), требуется доза 11 мВт.с/см². Показано также, что при инактивации ооцист *Cryptosporidium* нет большой разницы в степени эффективности УФ-ламп малого и среднего давления.



Рис. 1. Бактерицидные установки по обеззараживанию воды на заводе "Эрманн".

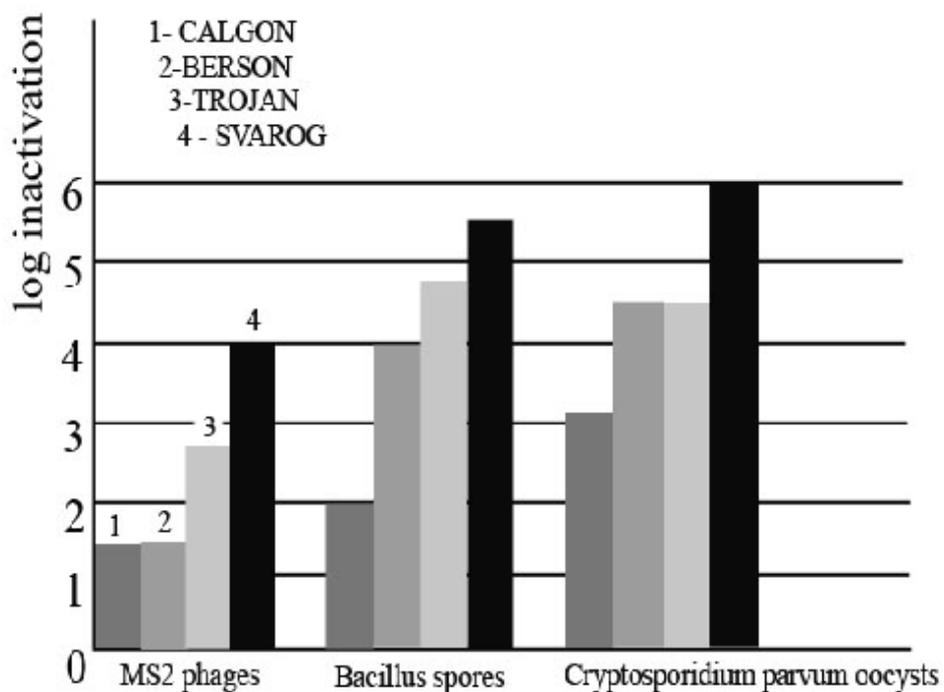


Рис.2. Инактивация фагов MS2, эндоспор *Baillus Subtilis parvum* и ооцистов *Cryptosporidium* при дезинфекции дозами УФ-излучения 120 мДж/см².

Технология обработки воды ("Лазурь") была детально исследована в научном центре компании Rand Water (ЮАР). Установка для тестов состояла из трех основных

частей, которые тестировались отдельно и в комбинации друг с другом: гидродинамический кавитационный блок, УФ-лампа и ультразвуковой генератор.

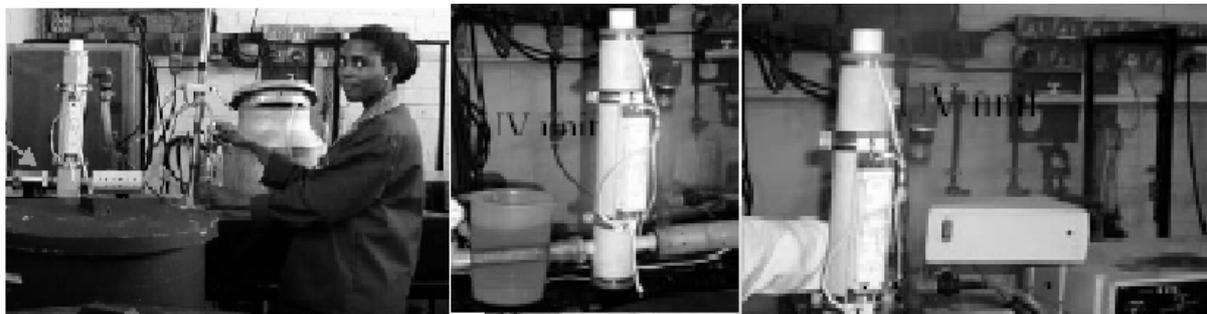


Рис.3. Испытания технологий обработки воды в ЮАР.

В результате испытаний было найдено, что наиболее эффективными являются методы, использующие ультразвук и УФ-излучение, как по отдельности, так и в комбинации друг с другом. Показано, что наибольшая степень инактивации бактерий достигается при значениях времени воздействия и дозы УФ-излучения, равных, 2.26 с и 23.93 мВт.с/см², соответственно. Оптимальное время воздействия ультразвуком, при котором достигается степень инактивации SPC, эквивалентная 99.9%, равно 5.52 с. При

комбинированном использовании ультразвука и УФ-излучения наилучшее для уничтожения организмов время воздействия составляет 2.26 с. Из всех микроорганизмов, использовавшихся для оценки различных методов обработки, наиболее устойчивыми оказались *Clostridium*. Наиболее эффективным методом для инактивации *Cryptosporidium*, выявленным с помощью инфекционного заражения мышей, является комбинация применения ультразвука и УФ-излучения.

ЛОКАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ "ОЗОН-Л"

Безруких Е.Г., Четвергов Н.А.
НПО "Пульсар", Красноярск, Россия

Хорошо известно, что состояние здоровья человека напрямую связано с качеством потребляемой воды.

В настоящее время вода практически из любого источника вблизи городов нуждается в той или иной мере в очистке, прежде чем ее можно будет безопасно использовать для питья и приготовления пищи.

В реальной действительности нет воды, забираемой из источника, с одинаковым составом загрязнений. Не может быть и унифицированного технологического приема, очищающего воду сразу от всех видов загрязнений. В зависимости от состава исходной воды применяется комбинация технологических приемов и устройств.

Обязательной ступенью в технологической схеме подготовки питьевой воды является ее обеззараживание, которое может производиться несколькими основными методами:

1. УФ-обработка. Эффективность этого метода во многом зависит от мутности исходной воды, влияющую на "зарастание" лампы, ее общего ресурса нормальной работы и т.д.

2. Хлорирование. Оно является надежным методом обеззараживания воды и, в свое время, сыграло очень большую роль в улучшении санитарно-гигиенических условий жизни человека. Но хлорирование загрязненной гуминовыми, фульвокислотами, фенолами воды сопровождается возникновением хлорорганических веществ, которые, во-первых, придают даже в весьма малых количествах воде неприятный запах и привкус, а во-вторых, что более важно, являются высокотоксичными веществами (диоксинами). Хлорирование - прямой путь к диоксидам.

Альтернативным методом обеззараживания является озонирование. С помощью озона имеется возможность произвести не только весьма эффективное обеззараживание воды, но и глубокую ее очистку от ряда веществ: фенолов, бенз(а)пирена, цианидов, пестицидов, нефтепродуктов, растворенного железа и др. Кроме того, озонирование вызывает и весьма значительное улучшение органолептических (вкусовых) свойств воды, так как в результате обработки озоном устраняются привкусы, запахи и цветность, возрастает содержание растворенного кислорода, что возвращает очищенной воде свойства, характерные чистым природным источникам. Эффективность очистки воды с применением

озонирования усиливается в сочетании с другими методами и приемами.

Далее будет рассматриваться наиболее эффективная технологическая схема, применимая для построения локальных станций подготовки питьевой воды для загородных домов, детских учреждений, больниц и иных потребителей с расходом воды около 1 м³/час и более. Основой такой схемы должно являться озонирование. Установка, использующая такую технологию выполняется в модульном варианте, где к основному модулю в зависимости от необходимости присоединяются дополнительные модули. Например, если вода характеризуется повышенной мутностью, то необходимо присоединение фильтра с загрузкой из кварцевого песка, керамзита или иного фильтрующего материала.

Если вода характеризуется повышенной жесткостью, то необходимо присоединение модуля для ее умягчения на ионообменных смолах.

Наиболее глубокая очистка воды производится при добавлении к основному озонирующему модулю сорбционного модуля с загрузкой из активного угля. Сорбция позволяет убрать практически все продукты окисления озоном как органического, так и минерального происхождения. Помимо этого, в сочетании с озонированием срок службы сорбента продлевается в два-три раза.

Начиная с 1998 г. НПО "Пульсар", на базе собственных запатентованных разработок, занимается изготовлением озонаторного оборудования для комплексной очистки и обеззараживания воды, в том числе для бассейнов республиканской здравницы "Красноярское Загорье" и международного горнолыжного комплекса в Саяногорске.

Для сокращения сроков монтажа оборудования и расширения сети региональных представителей НПО "ПУЛЬСАР" наладило производство локальных станций для водоподготовки в модульном варианте.

В целом, исходя из ужесточения требований к более качественной водоподготовке со стороны государства, повышения экологической культуры заказчиков и резкого роста строительства коттеджных поселков, бассейнов и т.п. - можно быть твердо уверенными в больших перспективах применения локальных озоновых станций во всех регионах страны.

Таблица 1.1 Краткие технические характеристики установок

Характеристики	"Озон-1Л"	"Озон-2Л"	"Озон-4Л"
1. Потребляемая мощность, кВт, не более	1,0	1,5	4,0
2. Питание от сети 50 Гц, В	220 ^{+10%} ... 220 ^{-15%}	220 ^{+10%} ... 220 ^{-15%}	220 ^{+10%} ... 220 ^{-15%}
3. Расход исходного газа (воздуха), м ³ /час	0,3	0,5	1,0
4. Производительность по воде, м ³ /час, максимальная	1,0	2,0	4,0
5. Массовая концентрация озона на выходе озонатора, г/м ³ , не менее	10,0	10,0	10,0
6. Производительность по озону, г/час, максимальная	3,0	5,0	10,0
7. Режим работы	непрерывный	непрерывный	непрерывный
8. Режим управления озонированием	автоматический	автоматический	автоматический
9. Промывка фильтров	автоматический	автоматический	автоматический
10. Занимаемая площадь, м ² , не более	2,5x1,5=3,75	2,5x1,75=4,4	2,5x2,5=6,3
12. Разбор воды из установки	вода подается в распределительную сеть	вода подается в распределительную сеть	вода подается в распределительную сеть

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ ОСНОВНОГО ВЕЩЕСТВА В КАТИОННОМ ПОЛИМЕРЕ ПОЛИДАДМАХ

Скрябин А.Ю.

ОАО "Производственное объединение Водоканал г. Ростова-на-Дону", Ростов-на-Дону, Россия

Божко Л.Н.

Ростовский НИИ коммунального хозяйства, Ростов-на-Дону, Россия

Евстифеев М.М.

Ростовский государственный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Реагенты на основе диаллилдиметиламмоний хлорида (полиДАДМАХ) в течение многих лет используется для очистки питьевой воды на водопроводах России.

В соответствии с Методическими указаниями МУ 2.1.4.1060-01 "Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием синтетических полиэлектролитов в практике питьевого водоснабжения" необходимо проводить входной контроль качества поступающих реагентов, в частности, измерение массовой доли основного вещества в катионном полимере полиДАДМАХ.

В технических условиях ТУ 2227-184-00203312-98 на полиДАДМАХ под торговой маркой ВПК-402 Стерлитамакского ЗАО "Каустик" имеется методика определения массовой доли основного вещества. Данный метод основан на определении массы полиэлектролита при высаждении его из метанольного раствора в осадитель. В присутствии метанола, токсичного вещества и неразрешенного для использования в условиях лабораторий водопроводов, не дает возможности применять эту методику для внутреннего контроля полиэлектролита.

В связи с этим появилась необходимость разработки новой методики для практического использования при входном контроле полиДАДМАХ. Предлагается метод определения, который основан на реакции взаимодействия полимера с фосфорномолибденовой кислотой в кислой среде, в процессе которой образуется осадок не стехиометрического состава. По массе осадка, в соответствии с коэффициентом пересчета определяют массовую долю полиДАДМАХ в диапазоне от 20 до 50%. Нормируемое значение расширенной неопределенности составляет 10%.

Методика проста и выполняема лаборантом производственной лаборатории водопровода. Условия техники безопасности при работе основываются на типовой инструкции по технике безопасности для работников предприятий и химических лабораторий.

Основная задача при разработке методики заключалась в том, чтобы набор реагентов и материалов, используемых при работе, был доступен и разрешен для производственной лаборатории. Все реактивы, используемые для анализа, должны быть квалификации не ниже "ч.д.а." и соответствовали ГОСТам.

Подготовка к анализу заключается в предварительной обработке стеклянных фильтров и приготовлении растворов реагентов определенной концентрации. Выполнение измерений заключается в следующем. Точную навеску полиДАДМАХ растворяют в мерной колбе с дистиллированной водой. Отбирают аликвоту в отдельный стакан. Для получения осадка вводят последовательно растворы кислот соляной и фосфорномолибденовой. Через определенный интервал времени осадок количественно переносят на воронку со стеклянным фильтром, заранее взвешенным, и отфильтровывают на колбе Бунзена. Осадок промывают и сушат до постоянной массы. Определение массы сухого осадка производят по разности масс воронок с осадком и этих же чистых воронок, взвешенных перед проведением анализа.

Методика аттестована Ростовским Центром стандартизации, метрологии и сертификации в соответствии с ГОСТ 8.563-96, свидетельство №2005, и соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям.

МОДЕРНИЗИРОВАННОЕ КОНУСНОЕ РЗУ



Высоцкий Л.И., Забавин Е.Ю., Прохорова Т.Е.

Саратовский Государственный технический университет, Саратов, Россия

Защита рыб от попадания в водозаборные сооружения одна из основных задач в комплексе мероприятий, направленных на предотвращение негативного воздействия водохозяйственного строительства на природу. Для ее решения ежегодно разрабатываются десятки проектов рыбозащитных устройств (РЗУ), значительное число которых включают РЗУ фильтрационного типа.

По состоянию на 2000 г. на долю таких рыбозащитных устройств как "конусная сетка с рыбоотводом" (КСР), приходилось более 80% всех используемых РЗУ на водозаборах мелиоративного и коммунального назначения. Системы рыбоотведения и водоструйной очистки сетчатого фильтрующего конуса при его вращении приводом, высокий уровень биологического обоснования рыбозащитных параметров, позволяют данным технически сложным РЗУ достигать высокий уровень эффективности защиты рыб.

Основным условием для этого является постоянное поддержание работоспособности системы промывки конусного РЗУ, что на практике обеспечивается не всегда. Требуемый визуальный контроль состояния отверстий водоструйных промывных коллекторов, связан с подъемом сетчатых конусов на поверхность, что сложно с технологических причин (остановка насосов, ледяной покров над РЗУ в открытых сооружениях и т.д.). Несвоевременная очистка отверстий водоструйной отверстий ведет к цепочке явлений: засорению сетчатого полотна, повышению скорости фильтрации потока через РЗУ, порывам сетчатого полотна и т.д. Система водоструйной промывки сетчатого конуса недостаточно эффективно очищает сетчатую поверхность от волокнистой растительности и шуги. Высоконапорные промывные струи при вращении сетчатого конуса относительно неподвижного промывного коллектора лишь отбивают мусор и молодь рыб от сетки, которые скачкообразно с задержками продвигаются к вершине конуса, где расположен рыбоотвод. Повышение скоростного напора про-

мывных струй приводит к гибели молоди рыб, попадающих в зону их действия и незначительно повышает эффективность отвода мусора из РЗУ.

Создание надежной и эффективной системы промывки и рыбоотведения конусных РЗУ являлось целью модернизации данной конструкции.

В результате разработан вариант конусного РЗУ, имеющего принципиально новую систему очистки от мусора и отведения молоди рыб. Отличительными особенностями устройства от базовой конструкции РЗУ является отсутствие промывных водоструйных коллекторов и привода вращения сетчатого конуса, который в данном варианте установлен неподвижно.

Для очистки сетчатого полотна используется энергия потока поступающего в рыбоотвод. Для этого во внутренней полости конуса у сетчатой поверхности располагается всасывающая часть дополнительного подвижного рыбо-мусороотвода в поперечном сечении, напоминающего форму "сегнера колеса". Вращение данного устройства происходит за счет ответной реакции на забор воды в щелевое отверстие рыбо-мусороотвода.

При наличии естественных перепадов уровней воды на сооружении (приплотинные водозаборные узлы, размещенные в верхнем бьефе) рыбоотведение осуществляется в нижний бьеф гидроузла, что еще более упрощает рыбозащитное сооружение и работу рыбозащитного устройства т.к. для вращения рыбонаправляющего приспособления не требуется рыбонасос, а, следовательно, затраты энергии можно условно считать равными нулю. Например, энергетические (ТЭЦ-4) и промышленные водозаборы при плотине Балаковской ГЭС.

Применение нового КСР на водозаборных сооружениях обеспечивает снижение энергозатрат на работу РЗУ и повышение эффективности защиты рыб на 20-25%, за счет отсутствия травмирующих рыб струй и быстрого их отведения обратно в водоисточник.

НАДЕЖНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Василенко С.Л., Петросов В.А.

Производственно-технологическое предприятие "Вода", Харьков, Украина

Поведение систем питьевого водоснабжения (СПВ) характеризуется открытостью, изменчивостью, стохастичностью и, в какой-то мере, неопределенностью. Описание понятия устойчивости пока остается открытой проблематикой, включая возможность его однозначной идентификации в рамках ИСО 704:2000.

Сначала необходимо определиться, какие свойства системы существенны для нас с точки зрения их постоянства. Следует также охарактеризовать внешние факторы, относительно которых мы сможем сохранять желаемые признаки. Если вынуждены "защищать" целостный комплекс водоснабжения не только от аварий на трубопроводах, но и терроризма, то это коренным образом меняет диапазон наших возможностей.

Один дом без воды - это много или мало? А два таких дома - система еще стабильна? И вообще, сколько должно быть потребителей без воды, чтобы считать: система водоснабжения потеряла устойчивость. Это характерный пример теории неявных множеств.

Или пусть вода подается по фиксированному во времени графику, который четко выдерживается. Можно ли в этом случае считать водоснабжение относительно устойчивым? По-видимому, да. Поскольку общие договоренности в целом соблюдаются.

Целостность - системное качество организованных материальных объектов, выражающее их унитарную природу, нерасчлененность и континуальность (непрерывное многообразие) и охватывающее всю топологическую совокупность элементов: от источника водоснабжения - до водоразборного крана.

Устойчивость СПВ - способность системы сохранять свою целостность и режим функционирования, когда количество потребителей и время, в течение которого они не обеспечиваются водой нормативного качества в нужном количестве, не превышают заданной величины rT .

В идеальной абсолютно устойчивой системе $rT = 0$.

Устойчивость водоснабжения носит относительный характер. Системы имеют распределенную кон-

фигурацию, поэтому во временном и пространственном отношении практически повсеместно в отдельных местах условия локальной стабильности могут нарушаться.

Надежность СПВ - свойство системы обеспечивать бесперебойный режим подачи питьевой воды (с достаточным количеством и давлением) физическим и юридическим лицам в штатных условиях эксплуатации, - согласно установленным нормативам водопотребления и качества.

Устойчивость предусматривает снабжение водой нормативного качества даже в чрезвычайных условиях (стихийные бедствия, терроризм) с возможным переводом на ограниченную, в том числе и децентрализованную подачу воды. Требовать какой-то сверхнадежности от СПВ в подобных экстремальных условиях - по меньшей мере, некорректно.

Системно образующим параметром проявления устойчивости в сфере водоснабжения представляется эффективность интегрированного "КПД воды" в виде трех основных критических характеристик (КПД воды: качество-подача-давление или условный коэффициент полезного действия внутрисистемной безопасности водоснабжения):

- Вода должна быть безопасной для использования (нормативы качества).
- Количество (подача) воды обязано удовлетворять спросу (нормы водопотребления на человека, технологические нормативы использования воды на водоподготовку и распределение)
- Подача воды должна осуществляться под необходимым давлением (технология подачи).

С повышением потребительских характеристик этих параметров "КПД воды" сначала растет, затем падает. Для получения его интегральной оценки можно задать соответствующие процедуры агрегирования и свертки: аддитивные, мультипликативные, обобщенно-аддитивные и др.

НАЗЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ - ИСТОЧНИК ПРЕСНОЙ ВОДЫ?

Рустапов Н.А., Андреевко Т.И.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

В XX веке потребление пресной воды увеличилось в семь раз. При таком росте потребления стало резко не хватать водных ресурсов в целом ряде регионов мира. Вода, наряду с энергией и продовольствием, стала одной из основных глобальных проблем человечества.

В тех районах, где нет естественных источников пресной воды, применяются различные нетрадиционные способы ее получения, наиболее распространенными из которых являются методы опреснения морской или слабосоленой воды различных водоемов. Но эти методы как правило не обеспечивают высокую степень опреснения, требуют больших затрат энергии, сложны в эксплуатации и негативно влияют на окружающую среду, поскольку необходимо решать вопрос об утилизации остаточного рассола. Кроме того, опреснительные системы привязаны к водоему, воду из которого они забирают, что также суживает область их применения.

Между тем известно, что в атмосфере Земли содержится громадное количество воды в виде пара - 14 тыс.км³, большая часть которой сосредоточена в приземном слое. Во многих пустынных районах атмосферная влага, выпадающая в виде росы, является единственным источником воды, дающим жизнь растениям и животным. В литературе описаны различные системы, построенные в древние времена для конденсации и накопления атмосферной влаги. В 1934 - 1938 гг. при Главном управлении гидрометеослужбы при СНК СССР работал Комитет по изучению вопросов конденсации водяных паров. За период работы Комитета было заслушано до 40 докладов по данной теме. В дальнейшем интерес к этим работам несколько ослабел (Алексеев В.В., Рустапов Н.А. Экспериментальное изучение процесса наземной конденсации влаги для практического использования//Вестник Московского Университета, Сер.5, География, 2004 г., №, С.29-33).

В лаборатории возобновляемых источников энергии Географического факультета МГУ исследования процесса наземной конденсации атмосферной влаги были начаты в 1996 году. Основная цель проводимых работ заключается в выяснении зависимости количества конденсированной влаги от метеорологических параметров и возможности ее увеличения на ограниченной площади без затрат энергии оптимальным подбором конфигурации системы и материала установки. В результате этих исследований в 2002 году в г.Обнинск на территории Института Экспериментальной Метеорологии НПО "Тайфун" была построена опытная экспериментальная установка "Роса-1" для изучения процесса наземной конденсации атмосферной влаги на развитой поверхности. Наблюдения и измерения, проводимые на этой системе в течение длительного времени в летние периоды позволили изучить суточные изменения температуры внутри и снаружи системы, отслеживая время достижения точки росы в зависимости от метеорологических условий конкретной ночи и оценить возможные объемы полученного конденсата. Изучение системы "Роса" подтвердило принципиальную возможность получения больших объемов воды для практического использования, но выявили определенные конструкционные недостатки. Анализ этих недостатков привел к созданию новых конструкций, которые доводятся до стадии натурных испытаний.

Более конкретные результаты получены на пути создания малогабаритных установок, работающих по принципу принудительного прокачивания больших масс воздуха через охлаждаемую поверхность, на которой происходит конденсация паров воды, содержащихся в воздухе. Последний опытный экземпляр такой установки при энергозатратах 1,2 кВт/ч позволял получать до 1,5 л воды в час в зависимости от влажности воздуха. Эксперименты проводились в климатической камере и на полигоне НПО "Тайфун".

**НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДЪЕМА ВОДЫ
ИЗ СКВАЖИН ТИПА ЭЦВ ПРОИЗВОДСТВО ЗАВОДОВ:
ОАО "ЛИВНЫНАСОС", ОАО "БАВЛЕНСКИЙ ЗАВОД "ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ",
ОАО "ЛИВГИДРОМАШ"**



Костюк А.В.

Инвестиционно-промышленная группа "Гидравлические машины и системы", Москва, Россия

В последнее время значительно возросла роль артезианского водоснабжения. В силу своей рассредоточенности и максимальной приближенности к потребителю, простоты и компактности в строительстве и эксплуатации, получения экологически чистой воды непосредственно на месте ее добычи, что значительно удобнее и экономически эффективнее открытых водозаборов. На сегодняшний день 11214 коммунальных и 49650 ведомственных водопроводов питаются от подземных источников и обеспечивают подачу 32% водопроводной воды в России и в дальнейшем эта доля будет увеличиваться.

Холдинг "Гидравлические машины и системы" на сегодняшний день является крупнейшим производителем артезианских скважинных насосов для добычи воды типа ЭЦВ.

В состав холдинга входят три предприятия производящих насосы ЭЦВ: ОАО "Ливнынасос", ОАО "Бавленский завод "Электродвигатель", ОАО "Ливгидромаш".

В освоении этой продукции предприятия группы прошли большой и трудный путь. Сегодня предприятия выпускают относительно дешевую и качественную продукцию. Однако, существуют вполне справедливые нарекания со стороны потребителей к качеству производимых насосов ЭЦВ, но справедливости ради необходимо отметить, что проблемы, связанные с долговечностью работы насосов ЭЦВ во многом зависят от правильной эксплуатации.

Основные причины, которые ведут к преждевременным выходам насосов из строя закладываются уже на этапе подбора оборудования под конкретные условия эксплуатации. Работа насосов в зоне повышенных подач, т.е. в правой от рабочей точки зоне характеристики повышенных подач приводит к перегрузке электродвигателя и как следствие к выходу из строя электродвигателя. При работе в левой части характеристики при пониженных подачах происходит недостаточный теплообмен между электродвигателем и перекачиваемой водой в скважине.

Частую плохое качество питающего напряжения, особенно в районах сельской местности, перекос фаз

требует обязательного использования станций управления.

При выборе насоса очень важно учитывать условия потребления воды, суточный режим ее расхода. Это диктует выбор системы и оборудования водоснабжения данного потребителя, диктует требования к выбору насосов, пускозащитной аппаратуры, системы накопления и распределения воды и т. д.

Ресурс насоса ЭЦВ резко возрастает при квалифицированном обслуживании. Правильный подбор насоса по параметрам скважины, по расходу воды потребителем, установка нормальной станции защиты и управления, минимальное количество остановов и пусков, классическое подключение к накопительным резервуарам, исключение работы в режиме повышенных подач. Даже процесс расконсервации перед пуском и хранение насоса в неработающем состоянии после извлечения из скважины играют большую роль для длительности его последующей работы. Квалифицированное обслуживание удлинит срок службы насоса в 2-2,5 раза.

Типоразмерный ряд насосов, производимый сегодня в соответствии с ГОСТом 10428-89, ориентирован на применение в низкодебитных скважинах. Этим была заложена основа низкоэффективных методов добычи пресной воды в стране.

За базовую производительность 6-ти дюймовых насосов в России принята производительность 10 м. куб. воды в час - за рубежом 25 м. куб. в час, 8-ми дюймовых - соответственно 25 и 65, 10-ти дюймовых 63 и 120, 12-ти дюймовых 160 и 250. В зарубежной практике погружного водоснабжения господствует тенденция к обеспечению больших подач в скважинах меньшего диаметра. Это позволяет удешевить добываемую из скважин воду за счет уменьшения удельные капиталовложения на обустройство скважин на 10-11% и текущие издержки на обслуживание скважин с учетом амортизационных отчислений на реновацию на 10%.

Сегодня предприятия холдинга проводят большую опытно-конструкторскую работу по совершенствованию существующих моделей насосов ЭЦВ так и разработку новых, моделей, отвечающих современным требованиям.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ-АКТИВАТОРЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ХИМИКО-БИОЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Денисова И.А.

Новочеркасское высшее военное командное училище связи, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Гутенев В.В.

Российская академия государственных служащих при президенте РФ, Москва, Россия

Осадчий С.Ю.

Федеральное собрание РФ Государственная Дума, Москва, Россия

Технологии химико-биоцидной обработки воды, применяемые ныне в индустрии питьевой воды, являются по сути реальным воплощением принципа экстенсивного природопользования. Повышение производительности соответствующих систем достигается, как правило, пропорциональным возрастанием доз химических дезинфектантов (хлора, озона и др.), энергозатрат и, естественно, инвестиций. В ряде случаев очистные сооружения водопровода превратились в мощный фактор негативного воздействия на природную среду, прежде всего ее живые компоненты и самого человека.

Указанная проблема обостряется на территориях с внезапно возникшей ЧС природного или техногенного происхождения и, особенно, в зонах вооруженных конфликтов. Все это требует, во-первых, разработать технико-экономические мероприятия, направленные на повышение живучести систем водоочистки и уровня их экологической безопасности, а во-вторых, — наладить выпуск контейнерных, мобильных и переносных установок, основанных на технологиях и реагентах, адаптированных к работе в условиях ЧС.

По нашему мнению, повышения технико-экономической эффективности, надежности и экологической безопасности технологий химико-биоцидной обработки воды крупнотоннажными окислителями - дезинфектантами в централизованных системах и средствах водоочистки, функционирующих на территориях с кризисной экологической обстановкой, следует добиваться творчески применяя принципы и методы химической кинетики, теории и практики катализа.

Для достижения поставленной цели необходимо сочетать указанные окислители-дезинфектанты с такими катализаторами (активаторами), которые: а) обладают самостоятельным бактерицидным действием; б) усиливают и одновременно продлевают таковое основного дезинфектанта (синергетический эффект); в) обеспечивают снижение его дозы и удельных энергозатрат; г) не способствуют образованию вредных для здоровья человека химических соединений; д) придают содержащей их воде способность длительно противостоять внешнему бактериальному загрязнению; е) не являются ксенобиотиками и реализуют указанные свойства при концентрациях ниже установленных для них ПДК.

Анализ литературных источников, результаты собственных экспериментов по изучению бактерицидных и бактериостатических свойств серебра (в атомарном, ионном состоянии и в составе растворимых и малорастворимых солей) в широком диапазоне основных технологических параметров (концентраций, температур, pH, наличии различных примесей) позволили установить следующее:

определены границы существования серебра в наиболее активной в бактерицидном отношении форме - ионной - в интервале температур 5-70°C и различной концентрации анионных примесей воды, вызывающих образование осадков. Разработаны рекомендации, имеющие целью повышение эффективности применения ионов серебра, полученных электролитически и растворением соответствующих солей, в технологиях химико-биоцидной обработки воды различного состава, что обеспечивает снижение нерациональных затрат дефицитного вещества;

- в отличие от хлора, озона и пероксида водорода эффективность обработки воды ионами серебра (с концентрацией ниже ПДК) закономерно возрастает с повышением температуры вплоть до 30-50°C в относительно широком диапазоне pH;
- обнаружена заметная бактерицидная активность малых концентраций относительно плохо растворимых солей серебра (AgCl , Ag_2CO_3 , AgJ , AgBr), сохраняющаяся в течение длительного времени. Активность последних существенно увеличивается при введении небольших (5-10% сверх стехиометрии) количеств аммиака; одновременно возрастают сроки хранения воды, содержащей аммиачный комплекс серебра;
- уточнен механизм и получено эмпирическое уравнение связи между скоростью инактивации тест-организмов и основными параметрами химико-биоцидной обработки воды. Будучи рамочным, оно может быть использовано для предварительной оценки эффективности указанного процесса, определения требуемой дозы препарата и времени экспозиции (контакта).

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Пантелят Г.С., Кузнецова Л.Н.

Украинский государственный научно-технический центр "Энергосталь", Харьков, Украина

Опыт эксплуатации систем оборотного водоснабжения различных производств, цехов и технологических агрегатов свидетельствует о наличии сброса части циркулирующей воды за пределы площадки цехов и заводов с целью снижения уровня содержания оборотной воды, а также в результате неупорядоченности водного хозяйства и нарушения инструкций по эксплуатации. Естественно, что эти воды в конечном итоге поступают в водные объекты. Другими словами, из большинства систем оборотного водоснабжения производится сброс части воды в виде продувки, расход которой достигает 10 % от расхода циркулирующей в системе воды. При этом расход продувочной воды может быть контролируемый со стороны служб эксплуатации, а в ряде случаев - неконтролируемый. Неконтролируемый сброс воды чаще всего имеет место в результате неупорядоченности водного хозяйства промышленного предприятия. В этих случаях часто возникают затруднения с определением истинного расхода воды, выводимой из систем водоснабжения. В то же время знание величины этого расхода представляет существенный интерес, так как от этого зависит эффективность мер по защите водных объектов от загрязнения сточными водами промышленных предприятий и рациональное использование водных ресурсов. При наличии продувки основное количество загрязнений, содержащихся в оборотной воде, в конечном итоге поступает в водные объекты.

Сказанное свидетельствует о том, что существующие системы оборотного водоснабжения промышленных объектов не являются надежным средством защиты водных объектов от загрязнения.

На основании проведенных исследований и результатов систематизации существующих зависимостей и разработанных авторами закономерностей предложены математические зависимости для характеристики водно-химического режима работы систем оборотного водоснабжения различных производств применительно к заводам, имеющим любое количество систем оборотно-

го водоснабжения (оборотных циклов). Эти закономерности могут быть использованы при расчетах водно-химических параметров работы систем оборотного водоснабжения, пополнение которых осуществляется водой из нетрадиционных источников:

- очищенные поверхностно-ливневые и талые воды с селитебных территорий и промышленных предприятий;
- очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды;
- очищенные воды систем промышленно-ливневой канализации, предприятий;
- грунтовые (подземные) воды систем водопонижения городов и промышленных предприятий.

В результате разработана методология расчета водного и солевого (материального) балансов систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

Известно, что одной из актуальных задач для многих городов и промышленных предприятий является предотвращение подтопления территорий. Одним из возможных путей снижения уровня подземных вод является откачка воды из подземных горизонтов с помощью дренажных откачивающих скважин, различных глубин заложения. Грунтовые воды направляют на использование взамен свежей воды для пополнения (подпитки) систем оборотного водоснабжения предприятий. В результате возникла задача обоснования такого решения, включающая составление водного и солевого балансов, определения стабильности воды в действующих системах оборотного водоснабжения, работающих в условиях подпитки водой такого качества. Указанные задачи предстоит решить для многих заводов Украины, например, для Днепровского металлургического комбината им. Дзержинского, комбинатов "Запорожсталь", "Азовсталь", "Миттал Стіл Кривий Ріг" и др., а также России: Волгоградский металлургический завод "Красный Октябрь", Новолипецкий и Череповецкий металлургические комбинаты и многие другие.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОХЛОРИТА И ВОДОРОДА ПУТЕМ ЭЛЕКТРОЛИЗА - ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА

Иткин Г.Е.

НПК "Эколог", С.-Петербург, Россия

Черемисинов Л.М.

НИИ "Гипрохим", С.-Петербург, Россия

Таблица

Производительность в пересчете на эквивалент активного хлора в час	от 1,25 кг до 30 кг
Расход электроэнергии на электролиз для производства 1 кг эквивалента активного хлора в гипохлорите натрия, не более, кВт.ч	4,0 - 4,5
Концентрация активного хлора в гипохлорите, г/л, не менее	до 12 г/л
Удельный расход соли на производство 1 кг активного хлора в гипохлорите натрия, не более	3,2 - 3,5 кг
На каждые 17,5 кг хлора в гипохлорите попутно производится	1,0 кг водорода (12,0 куб. метров)
Никакой предварительной обработки соли или воды не требуется.	

- Предлагаемые установки имеют конструкцию модульного типа, и их применение решает задачу замены любого количества опасного реагента - хлора безопасным реагентом - гипохлоритом натрия.
- Все узлы оборудования являются химически и электрически безопасными, так что не требуется специального разрешения для работы на этом оборудовании.
- В производственном процессе, предложенном НПК "Эколог", используются солехранилища нового типа, которые способны вместить больше соли по сравнению с солехранилищами нового типа.
- Все узлы оборудования являются герметичными, что исключает появление запаха гипохлорита и возможность попадания водорода в помещение.
- Экологическая безопасность установок НПК "Эколог" - полная. Имеются гигиенические сертификаты Санэпиднадзора России. Установки сертифицированы в качестве изделий.

Краткое описание технологического процесса

В отличие от традиционного процесса электролиза, который начинается при концентрации соли в растворе, равной 25-35 г/л, процесс, предлагаемый НПК "Эколог",

начинается при максимальной концентрации солевого раствора, которая снижается во время процесса за счет добавления воды. Весь процесс продолжается до тех пор, когда концентрация получаемого гипохлорита становится равной заданному значению, например 12 г/л в пересчете на эквивалентный хлор. Это нововведение обеспечивает двойное преимущество: более высокий процент использования соли и больший выход эквивалента активного хлора на единицу электроэнергии. В дополнение к этому предлагаемая установка производит водород в качестве побочного продукта технологического процесса. При коммерчески выгодном получении гипохлорита водород получают практически бесплатно.

Применение нашего технологического процесса делает экономически целесообразным создание установок по гипохлориту и сопровождающему водороду непосредственно на месте крупных потребителей. В случае малых потребителей практически целесообразно создание комплекса установок, которые будут производить гипохлорит с концентрацией эквивалента активного хлора в 50 г/л при соответствующем количестве производимого водорода. В этом случае не требуется вводить каких-либо изменений в инфраструктуру традиционных потребителей хлора.

НОВЫЕ АЛЮМОСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ - РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Алексеева Г.Н., Тонков Л.И., Боярский А.Б.
ОАО "Сорбент", Пермь, Россия

В настоящее время основным алюмосодержащим коагулянтом, используемым при очистке воды хозяйственно-питьевого назначения, является сульфат алюминия. Это традиционный, хорошо известный для использования на водоканалах коагулянт. Однако, основным недостатком сульфата алюминия является низкая скорость гидролиза в холодный период года, вследствие чего в очищенной воде остаточное содержание алюминия превышает допустимые нормы согласно Сан П и Н 2.1.4.559-01.

В настоящее время требования к содержанию остаточного алюминия в очищенной воде ужесточены и составляют 0,2 мг/дм³ согласно гигиеническим нормативам ГН 2.1.5.1315-0,3, утв. 15.06.2003 г. Используя сульфат алюминия в холодный период года, достичь этого показателя удается с трудом. Для решения проблемы водоканалы используют подщелачивание очищаемой воды и увеличение дозы коагулянта.

Отделом химических технологий ОАО "Сорбент" разработана технология получения гидроксохлорида алюминия, являющегося высокоосновным полимерным соединением, обладающим одновременно коагулирующими и флокулирующими свойствами. Применяя этот коагулянт, водоканалам требуется перестроиться на новый метод контроля дозировки реагента в систему водоочистки, т. к. он является менее кислым и существующий в настоящее время контроль по изменению кислотности здесь не подходит. Используя оптимальную для конкретной воды дозу, достигается содержание остаточного алюминия в воде на порядок ниже требований действующих Сан П и Н 2.1.4.559-01. При этом доза гидроксохлорида алюминия по сравнению с сульфатом алюминия в пересчете на Al₂O₃ может быть снижена.

Вторым направлением в повышении коагулирующей способности сульфата алюминия является получение смешанных коагулянтов на основе сульфата алюминия.

ОАО "Сорбент" разработан ряд смешанных алюмосодержащих коагулянтов, обладающих коагулирующей способностью, независимой от температурного режима очищаемой воды.

Это гидроксохлоросульфат алюминия, получаемый введением раствора гидроксохлорида алюминия в плав сульфата алюминия. Выпускается в виде кристаллогидрата и рекомендуется для применения на мутных водах в холодный период года.

Алюможелезный коагулянт - смешанный коагулянт, получаемый введением в состав сульфата алюминия хлорного железа. Обладает повышенной коагулирующей способностью при очистке от органических веществ, определяемых как перманганатная окисляе-

мость, при этом возможен отказ от использования флокулянтов. Промышленные испытания коагулянта на водоканале г. Чайковский Пермской области подтвердили эффективность алюможелезного коагулянта.

Сульфат алюминия технический очищенный модифицированный является коагулянтом на основе сульфата алюминия с введением в его состав древесного угля фракцией менее 0,5 мм.

Введение древесного угля фракцией менее 0,5 мм играет положительную роль на стадии кристаллизации готового продукта, являясь ускорителем кристаллизации за счет введения первоначальных центров кристаллизации. В то же время, в случае использования сульфата алюминия модифицированного при водоочистке, он является замутнителем, что ускоряет процесс хлопьеобразования, а введенный уголь служит адсорбентом для тяжелых металлов и органических веществ, таких как фенолы и нефтепродукты.

Для достижения положительного эффекта при использовании сульфата алюминия модифицированного требуется обеспечение перемешивания в емкостном оборудовании, особенно при приготовлении и дозировке рабочих растворов с целью устранения потерь угля.

Проведенные промышленные испытания на водоканале г. Чернушка Пермской области показали эффективность модифицированного коагулянта. В период испытаний цветность колебалась от 396 до 36 градусов, мутность - от 5,2 до 84,0 мг/дм³, однако, качество очищенной воды соответствовало требованиям Сан П и Н 2.1.4.559-01. При этом станция водоподготовки работала в перегруженном режиме с увеличенной скоростью потока на первой ступени очистки.

Смешанные коагулянты являются наиболее эффективными по сравнению с сульфатом алюминия, что облегчает достижения соответствия нормам Сан П и Н 2.1.4.559-01 очищенной воды.

Одной из проблем получения чистой воды в настоящее время является загрязнение поверхностных вод стоками предприятий. Существующие в настоящее время очистные установки на предприятиях не позволяют в большинстве случаев довести состав стоков до требуемых норм.

Новые виды коагулянтов, предлагаемых ОАО "Сорбент", позволяют решить проблему на стадии доочистки стоков. Основным требованием высокой эффективности применяемых коагулянтов является подбор кислотности очищаемых стоков, что на каждый вид стоков подбирается индивидуально. При правильно подобранных условиях доза коагулянта для доочистки незначительна.

НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ ИЗ ВОДЫ

Мясоедова В.В.

Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, Москва, Россия

Химическая модификация природных биополимеров - перспективный метод получения новых материалов для композитных нанофильтрационных мембран, микро- и нанокапсулирования. Супамолекулярная химия в том виде, в каком мы ее знаем сегодня, начиналась с изучения комплексов природных соединений и синтетических макроциклических лигандов. Именно на подобном подходе основывается поиск новых конъюгированных систем на основе полисахаридов, связанных с краун-эфирами, криптандами, каликсаренами, в которых роль хелат-поддерживающего биополимера выполняют моносахариды, декстраны, крахмалы, амилоза, целлюлоза, хитин и их производные.

Для придания особых свойств материалам и расширения областей применения исключительно интересны также устойчивые полиэлектролитные комплексы, получаемые в настоящее время путем смешения растворов макромолекул природного и синтетического происхождения, обладающих противоположными зарядами.

Актуальны в научно-практическом плане новые подходы к реакциям полимеризации и процессам формирования как макромолекулярных гидрогелей, так и самоотверждающихся пленочных мембран, микро- и нанокапсул на основе смесей природных полимерных цепей и синтетических макромолекул, синтез привитых синтетических сополимеров с заранее заданными реологическими параметрами растворов и изделий, получаемых в результате свободнорадикальной полимеризации, например, виниловых и акриловых мономеров на базе полисахаридов и аминоксахаридов.

Свойства такого рода систем с биоразлагаемой и бисовместимой полисахаридной основой регулируются в широких пределах путем варьирования боковых цепей, а именно их молекулярной структуры, длины и числа. Кроме того, безусловные преимущества и сходство химического строения целлюлозы и хитина как наиболее распространенных на земле биополимеров и экономичного сырья открывает превосходные перспективы для дальнейшего развития физической химии растворов целлюлозы, хитина и их производных их совместной переработки новые композиционные материалы.

История возникновения нанофильтрации датируется концом семидесятых, когда были развиты технологии на основе обратноосмотических мембран с относительно низкими перепадами давления. Высокие давления, традиционно применявшиеся в обратном осмосе, энергетически являются затратными вследствие необходимости применять для обеспечения достаточной движущей силы процесса давления, например, для солоноватой воды 15-20 бар, а для морской воды 40-80 бар.

Нанофильтрация основана на применении мембран, которые отделяют растворенные вещества с молекулярными массами от нескольких сот до нескольких тысяч. Нанофильтрацию используют для концентрирования сахаров, двухвалентных солей, пестицидов, бактерий, белков и других компонентов растворов, молекулярный вес которых свыше 1000 дальтон. В нанофильтрации, как и в обратном осмосе используется заряд разделяемых частиц. Однако, при аналогичном принципе разделения (растворение - диффузия) достаточно для осуществления этого процесса перепада давлений 4-10 бар для фильтров с размерами пор, например, 2-10 нм. Частицы с большим зарядом концентрируются легче, чем другие. Селективность нанофильтрационных мембран увеличивается при повышении давления.

С самого начала главной областью применения для нанофильтрации стала индустрия питьевой воды. Так исторически сложилось, что НФ развивались, в основном, для умягчения, и по настоящий день НФ мембраны по-прежнему все еще именуют как "умягчающие" мембраны. Первые заводы нанофильтрации были главным образом для умягчения воды, и НФ стала конкурентом известкового умягчения. Умягчение представляет особый интерес для подземных вод в противоположность надземным водам, где обычно главная проблема - высокое содержание органических загрязнителей. Устранение жесткости по-прежнему и на сегодняшний день является главной целью нанофильтрации. Однако, можно прогнозировать, что устранение растворенных органических загрязнителей вскоре станет основной частью процесса. Устранение природных органических материалов необходимо для большинства технологических циклов, особенно, отработанных вод, и главным образом, может быть произведено путем нанофильтрации. Нанофильтрация выступает как комплексный метод производства питьевой воды, поскольку позволяет одновременно в одностадийном процессе устранять широкий круг различных органических и неорганических загрязнителей.

Возможность заместить несколько различных технических обработок простой мембранной технологией обусловило интерес, который был проявлен компаниями, производящими питьевую воду. Новые возможные области применения были обоснованы для удаления вирусов, устранения пестицидов и других микрзагрязнителей, соединений мышьяка. Среди новых объектов, которые начали изучать в последнее время - снижение концентрации нитратов нанофильтрацией, хотя это и не совсем характерное применение (ионы нитратов одновалентны). Тем же путем нанофильтрация используется

для обессоливания морской воды и для частичного устрaнения ионов перед применением обратного осмоса. Выделение ионных компонентов происходит совершенно своеобразным путем: ионы разделяют мембраной в результате электростатических взаимодействий между поверхностью мембраны и ионов (доннановское исключение). Наиболее высокая производительность этих мембран по двухвалентным ионам (ионы жесткости, сульфаты).

Как процесс умягчения, нанофильтрация конкурирует с традиционными процессами как с применением неорганических и органических ионообменных систем, так и процессами холодного и горячего известкования, а также и капсулирования. Традиционные процессы умягчения позволяют уменьшить концентрацию кальция не менее, чем до 20 мг/л. Они приводят к необходимости применения больших количеств извести и кислоты, а в результате выделяется много загрязнений, как и при других реагентных методах.

Органические микрозагрязнители, представленные в природной воде, применяемой для производства питьевой воды, зачастую оказывают негативное влияние на здоровье человека. Найдено, что канцерогенностью обладают пестициды и хлорорганические вещества даже при очень низких концентрациях. Устранение микрозагрязнений традиционно проводят на адсорбентах из

активированного угля. Этот метод очень дорогостоящий, особенно, если присутствует значительная фракция природных органических веществ, а адсорбируются, главным образом, они, поскольку находятся в значительно больших концентрациях. Например, такие органические микрозагрязнители, как пестициды могут присутствовать на уровне мг/л, тогда как природные органические вещества могут иметь концентрацию в 10000 раз выше. Это приводит к необходимости регенерировать адсорбционную колонку чаще, поскольку ее мощность главным образом расходуется вместо адсорбции пестицидов на адсорбцию природных органических веществ.

В качестве примеров в докладе приводятся исследования структурных особенностей конъюгированных систем на основе полисахаридов и каликсаренов. Обсуждаются данные по композитам на основе хитозана и карбоксиметилцеллюлозы, макромолекулярных систем, включающих, например, хитозан и полиакриловою, полиметакриловою кислототу, гидроксипэтилметакрилат, синтезированных методом радикальной привитой полимеризации. Структура и морфология композитов и производных целлюлозы исследована совокупностью методов ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного, поляризационно-микроскопического анализа и термогравиметрии.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ

Кравченко В.А., Шульженко А.А.

Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт городского хозяйства, Киев, Украина

Украина относится к странам с низкой обеспеченностью водными ресурсами, и большинство крупных городов снабжаются за счет поверхностных источников. В то же время некоторые крупные города (например, Львов) снабжаются подземной водой. При этом развитие системы водоснабжения часто ограничивается качеством доступной воды.

На водозаборе Будзень-II, используемом для водоснабжения Сиховского массива г. Львова, а также ряда прилегающих к городу населенных пунктов, более половины скважин характеризуются повышенным содержанием железа. Поэтому вопрос строительства станции обезжелезивания воды на указанном водозаборе (особенно в последние годы) стоял достаточно остро. При этом разрабатываемая станция должна была отвечать ряду дополнительных требований:

- компактность - станция должна быть размещена на имеющейся площадке насосной станции площадью 1,5га;
- сжатые сроки выполнения работы - предпроектные работы, разработка проекта и строительство сооружений были выполнены в течение 1 года;
- высокая степень автоматизации.

В течение 2004-2005 гг. нашим институтом были проведены предварительные исследования, разработана проектно-сметная документация и осуществлен авторский надзор за строительством. При этом в виду сжатых сроков, одновременно с проектными работами было начато строительство сооружений. Для выполнения требований к проекту в нем был принят ряд технологических нововведений.

Использование специально разработанных металлических конструкций фильтров диаметром 6,0м позволило значительно уменьшить количество железобетонных конструкций на станции и сократить время строительства. Кроме того, поскольку обвязочная арматура фильтров находится внутри конструкций, такие фильтры могут

использоваться на улице и в зимний период, что позволило вообще отказаться от строительства здания фильтров. Необходимая арматура фильтров и насосное оборудование были размещены в галерее непосредственно под фильтрами. Схема обвязки была разработана таким образом, чтобы минимизировать количество трубопроводов и добиться наибольшей компактности сооружений. Снижение температуры до -30°C этой зимой не повлияло на работу технологического оборудования.

Для промывки фильтров предусмотрена водовоздушная промывка дренажными системами фирмы "Полисток". Для загрузки фильтров использован цеолит Хустского завода "Цеолит" (Закарпатье).

В настоящее время принято в эксплуатацию 8 фильтров, общей производительностью 40 тыс. м³/сут. Проектом предусмотрена также вторая очередь строительства, включающая увеличение производительности станции до 60 тыс. м³/сут.

Помимо фильтровальных сооружений на станции осуществлено строительство дополнительных резервуаров чистой воды, а также сооружений обработки промывных вод с целью их повторного использования и обработки осадков. Для дезинфекции используется существующая на насосной станции хлораторная, однако второй очередью строительства предусматривается переход на применение гипохлоритной установки.

Работа очистных сооружений станции, насосно-компрессорного оборудования и запорной арматуры полностью автоматизирована: контроль и управление процессом проводятся с помощью компьютера, расположенного на диспетчерском пункте.

Разработанная станция не имеет аналогов на территории стран бывшего Советского Союза. Использованные на станции научно-технические и инженерные решения могут быть использованы для станций обезжелезивания подземного вод любой производительности.

НОВЫЙ ХЕЛАТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КАТИОНОВ МАРГАНЦА

Грачек В.И., Шункевич А.А., Марцинкевич Р.В., Исакович О.И., Солдатов В.С.
Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь 95% общего количества вод хозяйственно-питьевого назначения обеспечивается за счет эксплуатации подземных вод водоносных горизонтов. Проблема состоит в том, что почти 50% всех артезианских скважин характеризуется высоким содержанием марганца. Количество марганца в подземных водах составляет 0,5-1,0 мг/л при предельно допустимой концентрации (ПДК) 0,1 мг/л, т.е. превышает в 5-10 раз.

Марганец относится к классу биологически активных веществ. Превышение ПДК в питьевой воде недопустимо, т.к. марганец весьма отрицательно влияет на здоровье человека (нарушения в деятельности центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, явление паркинсонизма, поражения печени, крови и др.).

В артезианских водах марганец находится в виде катиона Mn^{+2} . Проблему очистки воды от иона марганца решили в Институте физико-органической химии НАН Беларуси, в котором создан новый волокнистый хелатный материал ФИБАН Х-2. Волокнистый материал получен на основе волокна "нитрон" ПО "Полимир" (г. Новополоцк) в результате двухстадийного синтеза. По обменной емкости, механическим характеристикам, устойчивости в агрессивных средах, влагопоглощению волокнистый ионообменный материал может применяться в качестве сорбента для очистки воды. Волокнистый сорбент ФИБАН Х-2 можно перерабатывать в нетканые материалы. ФИБАН Х-2 селективно сорбирует ионы марганца на фоне макроколичеств обычных катионов, присутствующих в питьевой воде, прежде всего катионов жесткости кальция и магния.

Ионит обладает высокими сорбционными свойствами не только по ионам Mn^{+2} , но и по другим ионам тяжелых и переходных металлов: Cu^{+2} , Pb^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Cd^{+2} ,

Zn^{+2} . Регенерация ионита проходит легко растворами соляной кислоты для всех изученных катионов металлов за исключением свинца, для извлечения которого лучше использовать азотную кислоту. Разработана конструкция устройства для очистки питьевой воды (рис.1.), состоящая из фильтровального патрона, куда помещается волокнистый сорбент, со съемной крышкой, которая фиксируется в корпусе патрона. Патрон-картридж подходит для фильтра кувшинного типа "Брита". Съемная крышка патрона-картриджа обеспечивает многократное его использование в случае, если кроме волокнистого ионита будет еще применяться активированный уголь. Через патрон, оснащенный 2 г хелатного волокна ФИБАН Х-2, пропускали питьевую воду артезианского источника "Новинки" (г.Минск), содержащую 0,468 мг/л Mn^{+2} при pH 8,19-8,43. Картридж очищает 35 литров воды от ионов Mn^{+2} до значения ПДК, затем материал регенерировали 0,1н раствором соляной кислоты. После регенерации патрон-картридж опять очищает 35 литров воды от ионов Mn^{+2} до значения ПДК. Проведенные исследования показали:

- материал селективно сорбирует ионы марганца;
- материал хорошо сорбирует ионы других тяжелых и переходных металлов;
- материал легко регенерируется и после регенерации полностью сохраняет свою сорбционную активность;
- материал может применяться в фильтрах очистки воды от Mn и катионов других тяжелых и переходных металлов.

В Институте физико-органической химии имеется установка, позволяющая получать сорбент ФИБАН Х-2 в количестве 1-2 тонн/год.

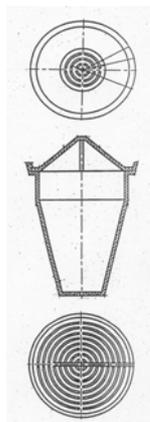


Рис. 1. Патрон-картридж:

- А - крышка картриджа,
Б - корпус,
В - дно картриджа.

О МЕРАХ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Порядин А.Ф.

Парламентское собрание союза Беларуси и России, Москва, Россия

1. В обозримом будущем России не грозит дефицит водных ресурсов, их достаточно для всех последующих поколений. Однако угроза качественного истощения водных ресурсов страны становится реальностью. Последовательное снижение уровня этой угрозы должно составить главную задачу в водохозяйственной сфере. На решение этой задачи должны быть направлены действующие и вновь разрабатываемые законодательные и нормативные акты всех уровней, а также программные меры, которые должны быть реализованы в основном за счет внутренних возможностей водохозяйственной сферы. Главнейшим приоритетом должно стать (фактически, а не декларативно) первоочередное удовлетворение потребности населения в доброкачественной воде. Прямая связь: вода - здоровье населения определяет, наряду с экономической, также социально-экологическую составляющую поставленной задачи.

2. Обеспечение устойчивого водоснабжения и водоотведения возможно на основе следующих предпосылок:

- сохранение основных принципов развития уже сложившихся систем водоснабжения и канализования городов через модернизацию существующих сооружений и сетей и последовательное (поэтапное) наращивание из производительности за счет нового строительства и интенсификации технологических процессов. Обеспечение водой через торговую сеть (бутылированная вода) и водопотребление с использованием так называемых бытовых фильтров, внутригородских родников (естественных и искусственных) и др. не может быть даже отдаленной альтернативой централизованному водоснабжению. Все это может рассматриваться как дополняющие элементы к непрерывно развивающейся системе централизованного водоснабжения;
- улучшение качества воды в централизованных системах водоснабжения наиболее целесообразно (как в экономическом, так и в экологическом отношении) на основе принципа: совершенствование технологии очистки и транспортирования природных вод и одновременное оздоровление источников водоснабжения по бассейнам водосбора;
- обязательное сбалансированное развитие систем водоснабжения и канализования как неотъемлемых составляющих элементов единого водохозяйственного городского комплекса. Все виды водопользования не должны нарушать экологического равновесия в конкретном регионе.

3. В обозреваемой перспективе существенно изменится соотношение поверхностных и подземных вод в балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения. Разведанные запасы подземных вод позволяют довести их долю в целом по стране до 50 и более процентов. Этому будут способствовать новые экономические условия деятельности водопроводно-канализационных предприятий и формирования местных бюджетов.

Можно прогнозировать, по нашему мнению, достижение оптимального водопользования со снижением удельного водопотребления до 120-150 л/чел. в сутки (на основе бездефицитного водообеспечения). Одновременно с этим будет происходить рост тарифов на отпуск воды питьевой (по мере роста платежеспособности населения и бюджетных возможностей органов местного самоуправления) и укрепление таким образом экономики водопроводно-канализационных предприятий. Вероятно, произойдет реструктуризация системы управления, формирование различных форм собственности в городском водопроводно-канализационном хозяйстве: государственной, муниципальной, концессионной, акционерной и др. Тем самым будет повышаться инвестиционная привлекательность данной сферы деятельности. Инвестирование дальнейшего развития водопроводов и канализаций из местных бюджетов должно сочетаться с привлечением различных (в том числе и внебюджетных) источников.

4. Опыт передовых Водоканалов подтверждает возможность снижения уровня финансовых затрат в водохозяйственной сфере на 25-30%, как минимум, и уменьшения тем самым нагрузки на бюджет и другие источники финансирования. Проблему нужно решать не только сверху, но и снизу (с уровня местного самоуправления), создавая основы самофинансирования в водопользовании.

Пути достижения этой цели:

- оптимизация водопотребления в промышленности и в жилищно-коммунальном секторе техническими средствами и экономическими методами с сохранением (временно) сложившегося уровня оплаты за воду в условиях снижения водопотребления. Создается за счет этого дополнительный источник финансирования намечаемых мер;
- осуществление повсеместно первоочередной меры - устранение явных потерь воды у потребителей всех категорий и нерационального ее использования. Нередко эти потери достигают 20-30% от подаваемого количества;

- устранение нерегулируемых (в количественном и качественном отношении) сбросов сточных вод промышленных предприятий в централизованные системы водоотведения, позволяющее существенно снизить негативное воздействие сточных вод на водные объекты;
 - совмещение мер по оздоровлению водных объектов с мерами по развитию водохозяйственных систем (эколого-экономическая составляющая).
 - Меры воздействия:
 - проведение водохозяйственного аудита субъектов хозяйствования, в первую очередь специальных водопользователей, установление постоянно действующего мониторинга;
 - принятие единых нормативов водопользования для водосборных бассейнов крупных рек;
 - ужесточение контроля за сбросом сточных вод на всех уровнях управления и максимальное применение штрафных санкций;
 - создание условий экономической заинтересованности населения и субъектов хозяйствования в оптимизации водопотребления;
 - создание новых водохозяйственных предприятий и организаций (разумеется, в установленном законом порядке) с иными управленческими принципами и различными видами собственности.
5. Относительно бесперебойного функционирования инженерных систем - не оправдывает себя чрезмерная централизация водоснабжения и водоотведения городов (даже средних и малых) по принципу - единый водозабор, единая водоочистная станция и т.д. до единых станций очистки сточных вод и выпуска их в водоем. Целесообразно создание двух и более головных комплексов системы водоснабжения города с привлечением нескольких источников водоснабжения (поверхностных и подземных), а тем более нескольких станций очистки сточных вод (по бассейнам канализования).

О ПРОЕКТЕ ПЕРЕВОДА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. МОСКВЫ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ВОДЫ

Храменков С.В.

МГУП "Мосводоканал", Москва, Россия

Вайсфельд Б.А., Браславский Ю.Д.

ГУП "МосводоканалНИИпроект", Москва, Россия

Абреимов А.П.

РЦ "Хлорбезопасность", Москва, Россия

В настоящее время на московских водопроводных станциях для обеззараживания питьевой воды применяется жидкий хлор, являющийся высокоопасным токсичным веществом. С целью обеспечения бесперебойного водоснабжения на каждой из четырех водопроводных станций имеется запас жидкого хлора - до 200 тонн.

С учетом объективного уплотнения застройки Московского мегаполиса вблизи водопроводных станций и их подъездных коммуникаций, обеспечение безопасной эксплуатации хлорных хозяйств приобретает особое значение и вынуждает нас искать альтернативные методы обеззараживания воды, не предполагающие концентрации значительного количества токсичных веществ на территории станций.

Анализ санитарно-экологического состояния источников водоснабжения и городских водопроводных сетей Москвы, выполненный с целью поиска иных менее опасных реагентов, показал необходимость использования в качестве альтернативного обеззараживающего средства гипохлорит натрия. В настоящее время в Российской Федерации около 100 малых и средних водоканалов применяют гипохлорит натрия как безопасное и надежное с санитарно-гигиенической точки зрения средство обеззараживания воды.

Отечественная промышленность выпускает гипохлорит натрия в ограниченных количествах и не способна удовлетворить нужды Мосводоканала в данном реагенте в количественном и качественном отношении. В связи с этим был выполнен поиск передовых зарубежных технологий производства гипохлорита натрия, способных обеспечить высокое качество реагента при минимальных затратах.

Примером такой технологии является мембранный электролиз очищенного раствора пищевой поваренной соли с одновременным получением всех необходимых для технологического процесса компонентов: хлора, водорода, соляной кислоты и едкого натра. На производство 1 кг хлора при этом расходуется 1,8 кг поваренной соли и 2,5 кВт·ч электроэнергии, что значительно ниже показателей отечественных технологий.

Технологический процесс характеризуется высокой степенью промышленной и экологической безопасности, обусловленной отсутствием стадии сжижения и хранения хлора, надежностью оборудования, систем управления и противоаварийной защиты, в результате чего обеспечивается возможность локализации всех негативных воздействий объекта (включая аварийные) на природную среду в пределах санитарно-защитной зоны размером не более 300 м.

В настоящее время выполнены и находятся на рассмотрении утверждающих организаций обоснования инвестиций предприятия по производству концентрированного гипохлорита натрия для нужд Московского водопровода, характеризующегося следующими основными технико-экономическими показателями:

- производительность по ГХН концентрацией до 19% - до 60 тыс. т/год;
- потребная площадь территории строительства комплекса - 5 - 6 га;
- расход поваренной пищевой соли - 18,5 тыс. т/год;
- общее потребление электроэнергии - 32400 МВт/год;
- себестоимость ГХН без НДС - 7,5 тыс. руб. за тонну.
- прирост себестоимости очистки воды при использовании ГХН взамен хлора - 2,6 %.

В выполнении указанных "Обоснований..." по результатам конкурса на право проектирования приняли участие:

- ГУП "МосводоканалНИИпроект" - генпроектировщик объекта;
- РЦ "Хлорбезопасность";
- Консалтинговая фирма "Professor Dr. K.-U. Rudolph, GmbH" Германия.

Перевод системы водоснабжения города Москвы на использование гипохлорита натрия позволит обеспечить отвечающий современным требованиям уровень безопасности водопроводных станций путем исключения из технологического процесса подготовки питьевой воды сильнодействующего ядовитого вещества - хлора.

О СОСТОЯНИИ И МЕРАХ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В Г. АСТАНЕ

Нуркенов Ж.Е., Ауэзова У.Т.

Государственное коммунальное предприятие "Астана Су Арнасы", Астана, Республика Казахстан

При обработке воды Вячеславского водохранилища применяются различные реагенты (алюминий сернокислый - коагулянт, флокулянты, активированный уголь, жидкий хлор и др.). С 2001 года применяется новый, более эффективный флокулянт "Праестол-650". В данное время с целью дальнейшего улучшения качества питьевой воды на насосно-фильтровальной станции планируется применение нового современного коагулянта "Оксихлорид алюминия".

Начиная с 1998 года, на НФС производится замена фильтрующего материала - с кварцевого песка на цеолит, уже произведена замена в 4-х фильтрах из 10.

Цеолит - природный сорбент; по сравнению с кварцевым песком значительно улучшает качество очищаемой воды: уменьшает запах, цветность, количество микроорганизмов. Если до 2000 года на выходе из НФС мутность воды составляла 0,4-1,2 мг/дм³, то в данное время мутность не превышает 0,2 мг/дм³. Применение цеолита для очистки воды на насосно-фильтровальной станции г. Астаны, показало несомненное преимущество: скорость фильтрования воды на цеолитовом фильтре увеличивается до 9-12 м³/час вместо 5-6 м³/час. Сокращается продолжительность промывки, и как следствие расход воды на промывку.

Во всех случаях цеолиты не только эффективны, но и имеют ряд преимуществ перед другими фильтрующими материалами. На протяжении всего периода работы (с 1998 года) цеолитовая загрузка лучше песчаной давала

стабильное снижение содержания в осветленной воде соединений железа и алюминия, обеспечивая тем самым снижение мутности и цветности. Прекрасно на молекулярно-ионном уровне сорбирует и очищает воду от фенолов, пестицидов, тяжелых металлов (цинк, свинец, медь, селен, хром, кадмий и др.), нефтепродуктов, сульфатов и т.д. Происходит снижение запаха, а также количество микроорганизмов. Общее микробное число снижается на 50%. По бактериологическому загрязнению достигается полная дезинфекция воды (100 %), к вирусному - несколько ниже (90-99%).

Вода после прохождения полного комплекса очистки поступает в разводящую сеть города уже с такими показателями: мутность - 0,2 мг/дм³; цветность - 10⁰; аммиак - менее 0,5 мг/дм³; железо - менее 0,1 мг/дм³. Жесткость воды снизилась с показателя 6,0 мг экв/дм³ (в среднем) до 3,8 мг экв/дм³ (в среднем).

Исследования на наличие тяжелых металлов в исходной воде, поступающей для очистки, показывают, что они полностью отсутствуют. Соответственно, что они отсутствуют в воде поступающей к потребителю.

По бактериологическим показателям качество питьевой воды удовлетворяет нормы Сан ПиН (общие калиформные, термоталерантные бактерии, колифаги - отсутствуют).

Сравнительные данные за последние 5 лет показывают систематическое улучшение качества питьевой воды в городе Астане.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ МОСКОВСКИХ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

Козлов М.Н., Данилович Д.А., Фомичев С.А., Мойжес О.В.
МГУП "Мосводоканал", Москва, Россия

На московских водопроводных станциях в результате очистки природных поверхностных вод алюмосодержащими коагулянтами образуется осадок. В качестве коагулянтов используется сульфат и оксихлоридом алюминия - из расчета 5-7 мг/л (по Al_2O_3). В ряде случаев совместно с коагулянтами применяется полимерный флокулянт дозой 0,05-0,1 мг/л. Образующийся осадок накапливается в отстойниках в течение 15-40 сут в зависимости от качества воды, температуры и седиментационных свойств осадка. Из отстойников осадок влажностью 99,0-99,9 % выводится в иловые резервуары, откуда перекачивается на иловые карты, в пруды-накопители или в городскую канализационную сеть. Ежегодно на четырех водопроводных станциях г. Москвы образуется порядка 30 тыс. т сухого вещества (СВ) осадка.

В целях улучшения экологической обстановки в московском регионе в МГУП "Мосводоканал" принято решение о поэтапном прекращении эксплуатации прудов-накопителей водопроводных станций и переходе на промышленные методы обработки осадка. Современным методом обработки осадка станций водоподготовки является механическое обезвоживание. В настоящее время ведется разработка проектов цехов механического обезвоживания для трех станций: Восточной, Рублевской и Северной.

Первой стадией обработки осадка является его уплотнение. Инженерно-технологическим центром и Рублевской станцией водоподготовки были проведены исследования седиментационных свойств осадка, определена кинетика его уплотнения. Изучены режимы выведения осадка из технологических сооружений. На основании проведенных исследований разработана технологическая схема цеха обезвоживания водопроводного осадка РВС. По этой схеме осадок, после сбора и уплотнения в резервуаре-уплотнителе, направляется на сгущение в барабанных сгустителях. Сгущенный осадок подается на обезвоживание в осадительных шнековых центрифугах. Разработанная технологическая схема прошла опытно-промышленную апробацию в ходе производственных испытаний, проведенных в 2005 г. Результаты промышленных испытаний показали возможность достижения влажности обезвоженного осадка 75%, что позволяет его утилизировать в качестве искусственного грунта.

По аналогичной технологической схеме проектируется цех механического обезвоживания на Восточной станции водоподготовки, планируется начать проектирование цеха на Северной водопроводной станции. Создание цехов механического обезвоживания намечено на 2007-2008 гг.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

Джалалова Ш.Б., Лавошников В.В.

Узбекский научно-исследовательский химико-фармацевтический институт им. А.Султанова,
Ташкент, Республика Узбекистан

Республика Узбекистан расположена в аридной зоне, поэтому наличие водоисточников с качественной питьевой водой издавна являлось одним из определяющих факторов в жизни народа.

В инфраструктуре большинства городов содержатся водоочистные сооружения, существенно улучшающие качество питьевой воды, хотя периодически отмечается отклонение от требований ГОСТа, особенно по показателю мутности. В настоящее время, из 11,0 тысяч сельских населенных пунктов около 40% не обеспечены питьевой водой требуемого качества и поэтому в Узбекистане проблема обеспечения сельского населения качественной питьевой водой является актуальной задачей.

Вследствие сокращения сброса сточных вод, в последнее время существенного изменения качества воды в лучшую сторону в водоисточниках не произошло.

Источники питьевого водоснабжения, в зависимости от района расположения содержат в широком спектре природные и антропогенные загрязнения: воды рек протекающих в наиболее густо населенных районах, характеризуются не высокой минерализацией, умеренным содержанием гуминовых веществ, а наиболее типичными загрязнителями превышающими ПДК в 2-4 раза являются фенолы, хлорфенолы, нефтепродукты, нитраты, соли меди и хрома.

Из-за того, что существующие системы подготовки питьевой воды на водопроводе не всегда позволяют добиться требуемой степени очистки воды, а организация централизованного водоснабжения экономически нецелесообразна при низкой плотности населения, одним из решений этой проблемы является использование небольших модульных установок с использованием активных углей получаемых из местного растительного сырья.

Разработана модульная сорбционная установка "Булок", предназначенная для очистки и обеззараживания мягкой и умеренно жесткой питьевой воды. Модульный тип устройств фильтрации позволяет гибко регулировать их производительность, в соответствии с запросами потребителей.

Предлагаемая установка включает 3 главных водоочистных принципа: фильтрация, адсорбция и обеззараживание.

В отличие от всех типов зарубежных устройств для очистки воды в установках "Булок" предлагается адсорбционная колонка с двухслойной загрузкой. Верхний слой представляет собой модифицированный активный уголь, получаемый из хлопкового лигнина характеризующийся мезо- и микропористой структурой (преимущественно мезопористой) и предназначенный для очистки воды от органических загрязнений характеризующихся большими размерами молекул (гуминовые кислоты, нефтепродукты и др.), а также сравнительно низкомолекулярных загрязнений (фенол, пестициды и др.). Нижний слой представляет собой модифицированный косточковый активированный уголь, имеющий на поверхности карбоксильные группы, ионы водорода которых способны обмениваться на ионы тяжелых металлов. Именно сочетание в полученных углях высокой концентрации поверхностных функциональных групп кислотного типа и широких пор, позволяет эффективно удалять из воды токсичные примеси различной природы. А дополнительное обеззараживание ультрафиолетовым излучением сделает адсорбционную установку универсальной, гарантировано уничтожающей все патогенные микроорганизмы, при этом не образуются вредные побочные продукты. Показано, что длительные сравнительные испытания полученных активных углей в процессе очистки воды различных источников: речной, артезианской и водопроводной показали, что образцы углей обеспечивают высокую степень очистки воды различных источников, а установка "Булок" при сравнительно небольших ее габаритах: высота адсорбера 2,5 м, диаметр 0,325 м, объем загружаемого угля 200 л, позволяет в течении 1 года получить 0,5 м³/час очищаемой воды в соответствии Xz Dst 950:2000 "Вода питьевая: гигиенические требования и контроль за качеством".

ОБОБЩЕННАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ В КРУГЛЫХ ТРУБАХ

Высоцкий Л.И.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия

Поиск формулы для распределения осредненных скоростей в круглых трубах необходимы для того, чтобы затем решать проблемы тепло-массообмена, гидро-транспорта и т.п.

Попытка получения единой формулы, справедливой для всех зон сопротивления. Несмотря на усилия ученых многих стран, не увенчались успехом.

Наиболее продвинутой в этом направлении оказалась формула А.Д. Альштуля, но и она приводит к отрицательным скоростям на стенке, то есть непригодна для расчета скоростей в этой зоне.

Основываясь на новом подходе к анализу пристенных течений жидкости и газа, автору удалось предложить универсальную формулу, удовлетворяющую всем граничным условиям и справедливую для всех зон сопротивления.

Поскольку подобная задача представляется триединой, то есть формулируется одинаковым образом для цилиндрических потоков (в круглых трубах), для плоских потоков и для пограничных слоев на пластинах, то и ее решение должно представляться едиными аналитическими зависимостями. При введенной схематизации турбулентного потока, заключающейся в делении его на пристенный слой и турбулентное ядро, которое, в свою

а) при гладких стенках

$$\frac{\bar{u}}{u_*} = f\left(\frac{y}{r_0}\right) \quad \text{при } 0 \leq y \leq \delta_{ст}$$

$$\frac{\bar{u}}{u_*} = \frac{u_{ст}}{u_*} + \left(\lambda_m \frac{y}{\delta_{ст}} - \frac{y - \delta_{ст}}{L} \right), \quad \text{при } \delta_{ст} < y < A \cdot L;$$

$$\frac{\bar{u}}{u_*} = \frac{u_{ст}}{u_*} + \left(\lambda_m \frac{AL}{\delta_{ст}} - A \frac{\delta_{ст}}{L} \right) \frac{y}{A \cdot L} \left(1 - 0,5 \frac{y}{L} \right) - A + \frac{A^2}{2}, \quad \text{при } y > A \cdot L;$$

$$\frac{\bar{u}}{u_*} = \frac{u_{ст}}{u_*} + \frac{y}{A \cdot L} \left(1 - 0,5 \frac{y}{L} \right) - A + \frac{A^2}{2}, \quad \text{при } \delta_{ст} \geq A \cdot L; \quad \text{где } u_{ст} = u|_{y=\delta_{ст}}.$$

где $\delta_{ст}$ - толщина пристенного слоя;
 $A \cdot L$ - расстояние от стенки до границы между двух зон турбулентного ядра.

б) при шероховатых стенках

$$\frac{u_{ст}}{u_*} = 8,5; \quad \delta_{ст} = \Delta.$$

очередь делится на зону с логарифмическим распределением скоростей. Границы этих зон подвижны и меняются следующим образом по мере перехода от квадратичной зоны сопротивления к доквадратичной зоне и до малых значений чисел Рейнольдса $Red \approx 3500$:

- При квадратичной зоне сопротивления толщина пристенного слоя равна высоте выступа шероховатости, а при гладких стенках крайне мала, но устанавливается предлагаемым расчетом;
- При доквадратичной зоне сопротивления толщина пристенного слоя превышает высоту выступов шероховатости и по мере уменьшения числа Red она увеличиваясь достигает границы между логарифмической и параболической зонами турбулентного ядра. При этом логарифмическая зона исчезает.

Дальнейшее уменьшение числа Рейнольдса приводит к увеличению толщины пристенного слоя и, соответственно, уменьшению размера зоны параболической части турбулентного ядра.

При малых числах Red пристенный слой практически полностью заполняет сечение трубы (плоского потока).

Предлагаемая формула для распределения осредненных скоростей имеет вид:

Предлагаемая формула включает ряд параметров, которые были определены в процессе вычислительного эксперимента.

Для проведения соответствующих расчетов составлен соответствующий алгоритм и программа применительно к использованию ПЭВМ.

ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД И ОСАДКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Артеменок Н.Д., Урванцева М.И.

Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

Очистка промывных вод и осадков, является важной народно-хозяйственной проблемой и должна решаться в комплексе обработки питьевой воды на станциях водоподготовки.

Среди предлагаемых нормативными документами направлений очистки промывных вод и осадков можно выделить два:

1 - сброс промывных вод в существующие сети городской канализации с последующей подачей их на очистные канализационные сооружения или в специально устраиваемые сооружения с использованием существующего рельефа местности.

2 - отстаивание промывных вод на специально запроектированных сооружениях с возвратом осветленной фазы в голову основных сооружений и обработкой выделенного осадка на специальном оборудовании или известных устройствах.

Первое из предлагаемых направлений очистки промывных вод имеет следующие недостатки:

- существенное увеличение нагрузки на канализационные очистные сооружения, а так же необходимость равномерной подачи водопроводных стоков на КОС.
- высокие затраты на транспортировку сточных вод и осадков
- поступление несвойственного для КОС загрязнителя - соединений алюминия, который нарушает ход биологических процессов очистки сточной жидкости.

Второе направление очистки водопроводных стоков предполагает специально запроектированные сооружения для их обработки. На станциях осветления воды отстаиванием с последующим фильтрованием промывные воды следует равномерно перекачивать в трубопроводы перед смесителями или в смесители с отстаиванием или без него в зависимости от качества воды. При этом в составе сооружений могут предусматриваться: резервуары, отстойники, сгустители, накопители или площадки замораживания и подсушивания осадка.

Существует и третье направление - это сброс неочищенных промывных вод непосредственно в водоисточник. К сожалению, третье направление, является главным на водопроводах России и объясняется это многими причинами. Основные водоочистные станции Советского Союза были построены в период послевоенного восстановления народного хозяйства, когда вопросам экологии из-за сжатых сроков и, зачастую, из-за отсутствия финансирования не уделялось должного внимания. Отсутствие глубоких научных исследований в области очистки промывных сточных вод и осадков привело к внедрению в практику логически обоснованных схем, однако, строительство на некоторых объектах систем очистки промывных вод, показало их не высокую надежность при достаточно высоких капитальных затратах. Основным недостатком организованного сброса промывных вод в водоем является:

- загрязнение водоема высококонцентрированными сбросными водами, которые кроме природной взвеси содержат так же продукты реагентной обработки воды.
- необоснованно высокие потери воды (8-12% от полезной производительности), на обработку которой затрачены реагенты и которая подана из водоема на станцию с использованием насосного оборудования и трубопроводного транспорта.

Особенностью зарегулированных источников, к которым относится река Обь в черте г. Новосибирска, является заметное уменьшение количества и незначительное изменение показателя мутности в течении года, так как часть взвеси осаждается в водохранилище. В связи с этим уменьшается количество взвешенных веществ в промывных водах, что создает предпосылки разработки новых подходов к их обработке. Одним из таких направлений является использование производственных отстойников и скорых фильтров для очистки промывных вод. Исследования по обработке промывных вод были выполнены на одной из водоочистных станций г. Новосибирска и полностью подтвердили гипотезу о возможности обработки промывных вод на действующих сооружениях.

ОБРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТОКОВ И УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВЫХ ВОД



Гироль Н.Н., Гироль А.Н., Якимчук Б.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

Бойчук С.Д., Мякишев В.А.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Симферополь, Украина

Население Украины потребляет воду из поверхностных источников $\sim 14 \text{ км}^3/\text{год}$ и $2,5 \text{ км}^3/\text{год}$ из подземных. Исходя из усредненного показателя содержания взвешенных веществ в воде поверхностных источников 25 мг/л, дозы коагулянта 12 мг/л, общая величина осадка, локализованная на станциях очистки питьевой воды составляет более 450 тыс.т/год. На станциях обезжелезивания воды при начальном содержании Fe^{+2} - 2 мг/л количество задержанных окислов железа достигает более 4 тыс.т/год. При учете задержания на станциях очистки питьевой воды других примесей общая их масса существенно возрастает.

Проведенные нами исследования содержания примесей в осадке станций очистки питьевой воды Симферопольского гидроузла свидетельствуют, что в промывных водах концентрация различных примесей существенно отличается от ПДК характерных для р. Салгир, в которую они могут сбрасываться. Отличаются упомянутые показатели и от требований ПДК, предъявляемых технологическим регламентом станции очистки питьевой воды. Причем отклонение многих параметров промывных вод от ПДК предъявляемых как фильтровальной станцией, так и рекой, весьма существенно.

Применение различных реагентов для интенсификации процесса отстаивания, таких как серноокислый алюминий, хлорное железо, "Полвак", "Магнафлок" позволяет существенно повысить эффективность этого процесса. Эффективность извлечения многих примесей (взвешенные вещества, алюминий) при прочих равных условиях возрастает в 2...3 раза. Необходимая эффективность очистки промывных стоков достигается регулированием дозы используемого реагента. Выбор реагента производят на основе технико-экономических расчетов. При этом следует принимать во внимание, что с ростом дозы реагента увеличивается его присутствие в осадке.

Существенное снижение примесей в промывной воде делает возможным предварительно очищать подготовленную таким образом воду фильтрованием перед ее возвратом в смеситель сооружений очистки питьевой

воды. Исследования процесса очистки промывной воды, обработанной реагентом ПОЛИДАДМАК, свидетельствуют о заметном снижении в ней таких примесей как бромдихлорметан, дибромхлорметан, алюминий и пр. Величина такого снижения достигает 40...90%. Рационально подобранные реагенты позволяют обеспечить эффективную подготовку промывной воды, что способствует созданию условий прекращения ее сброса в водоисточник и позволяет направить в смеситель станции очистки питьевой воды. Такое решение наряду с экологической эффективностью имеет экономическую целесообразность.

Из приведенного, очевидна реальность технических решений, обеспечивающих эффективную очистку промывных вод. Очищенные промывные воды целесообразно возвращать в смеситель станции очистки питьевой воды, а образовавшийся осадок утилизировать до безвредного состояния для окружающей среды.

Нами предложена схема обработки технологических стоков и утилизации осадка. Основной особенностью такой схемы является очистка технологических стоков на разработанных нами фильтрах с плавающей загрузкой (ФПЗ), способных работать с промывной водой содержащей высокую концентрацию механических примесей. Такие сооружения не требуют устройства насосов и емкостей, хранящих промывную воду для их промывки. Возможность протекания в одном корпусе процессов отстаивания и фильтрования позволяют отказаться от дорогостоящих сооружений отстаивания и способствовать сокращению габаритов такой станции в целом.

Проведенные исследования подтверждают изложенную гипотезу. При сжигании 500 тонн осадка, содержащего около 80% сгораемых веществ, ежегодно в составе выжигаемого щебня будет утилизироваться свыше 100 тонн минеральных примесей, извлеченных из очищаемой воды. То есть, ежегодно может быть обезврежено 100 тонн вредных примесей технологических стоков.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ

Киекбаев Р.И., Кантор Л.И.

МУП "Уфаводоканал", Уфа, Республика Башкортостан, Россия

Известно, что определение оптимальной дозы коагулянта является одной из основных задач эксплуатации сооружений водоподготовки. В настоящее время на практике дозу выбирают по результатам пробного коагулирования в соответствии с существующей методикой. Однако вследствие различий в масштабах процессов, а также при быстрых изменениях показателей качества воды источника, возникает несоответствие выбранных и оптимальных доз, что неизбежно отражается на качестве очищенной воды и увеличивает расход реагентов.

Одним из путей оптимизации и повышения оперативности управления дозированием реагентов является создание системы обработки информации и поддержки принятия решений, основанной на математическом моделировании процесса.

Нами построена математическая модель определения доз коагулянта для условий Северного ковшового водопровода (СКВ) г. Уфы с использованием

метода анализа временных рядов и множественного регрессионного анализа. Проведенные ранее исследования показали возможность дифференцирования годового цикла р. Уфы на 5 периодов сезонности, включая паводок, а в паводковом периоде выделить 4 фазы.

В связи с этим были найдены уравнения доз коагулянта для каждого периода в зависимости от параметров процесса. В качестве исходных данных использовались детерминированные компоненты временных рядов исследуемых факторов, по которым методами множественной линейной регрессии были найдены искомые уравнения для каждого периода сезонности.

Практическое использование полученных уравнений доз коагулянта было опробовано на очистных сооружениях СКВ в 2005 году. Результаты показали, что определяемые по уравнениям дозы соответствуют эффективному протеканию процесса.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ТРУБ ДЛЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ ТРУБЫ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Коппель Т., Васильев А.

Таллиннский технический университет, Таллинн, Эстония

Каждая модель системы водоснабжения требует калибровки. Точность гидравлической модели зависит от того, насколько хорошо выполнена ее калибровка. Параметры калибровки обычно включают шероховатость труб, диаметр и водопотребление. Переход Эстонии к рынку и связанное с этим повышение цен на воду привело к ситуации, когда практически каждый потребитель имеет водомер. Поэтому в докладе рассматривается только шероховатость труб. Калибровка шероховатости труб является сложной задачей, если система водоснабжения состоит из труб разного возраста. В идеальном случае необходимо найти шероховатость каждой трубы. Однако измерения довольно дороги и поэтому мы всегда имеем их меньше, чем необходимо для идеальной калибровки. Даже при интенсивном сборе данных нельзя найти шероховатость каждой отдельной трубы. Поэтому главной проблемой, связанной с калибровкой модели, является необходимость калибровки большого количества труб, используя небольшое количество измерений. Группировка труб по предполагаемому значению шероховатости получила широкое распространение. Однако такой подход приводит к большому количеству групп, если возраст труб меняется в широких пределах. Поэтому вместо выделения групп в докладе предлагается использовать функциональную зависимость шероховатости труб от возраста. Предлагается использовать зависимость следующего вида для коэффициента шероховатости в формуле Дарси Вейсбаха

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{\max} - (\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}) \left[(t_{\max} - t_i) / (t_{\max} - t_{\min}) \right]^b \quad (1)$$

где:

ε_i - шероховатость трубы i , мм

ε_{\min} и ε_{\max} - минимальное и максимальное значения шероховатости, соответствующие минимальному и максимальному возрасту труб, мм

t_{\min} и t_{\max} - минимальный и максимальный возраст труб, год.

Аппроксимация (1) довольно гибкая и описывает как линейные, так и нелинейные зависимости с различной степенью нелинейности.

Параметры ε_{\min} , ε_{\max} и b можно найти минимизацией

целевой функции. Самый простым способом минимизации целевой функции является метод проб и ошибок. Однако он требует много машинного времени для расчета всех возможных вариантов. Тем не менее в докладе рекомендуется использовать его при анализе результатов и даже для определения параметров при небольшом их числе.

Пробные вычисления с использованием метода Левенберга - Маркардта для поиска параметров оказались неудачными. Вычисления целевой функции для различных значений параметров показали, что поверхность отклика похожа на наждачную бумагу с огромным количеством локальных максимумов и минимумов. В то же время поверхность без этих осцилляций была бы приемлемой для использования метода Левенберга - Маркардта (один минимум с хорошими градиентами во всех направлениях). Наиболее простым способом решения этой проблемы является выбор достаточно большого шага вдоль параметров при вычислении градиента целевой функции при использовании метода Левенберга - Маркардта. Два метода использовались для нахождения длины шага. Один из них базируется на точности целевой функции. Вторым подходом является простой перебор различных шагов и выбор того, с которым работает алгоритм.

Реальная система водоснабжения использовалась для тестирования. Система представляет часть общей системы водоснабжения Таллинна и состоит из тысяч труб с возрастом от 0 до 42 лет. Вычисления показали, что метод Левенберга - Маркардта работает очень хорошо при достаточно больших шагах, выбранных для вычисления градиента целевой функции. Поверхность отклика, получаемая методом проб и ошибок, помогает в интерпретации результатов и в планировании измерений.

Вычисления проводились с помощью программы EPANET2 (Rossman, L. A., "EPANET 2 User's Manual"). TOOLKIT, входящий в комплект, позволяет создание внешних управляющих программ и таким образом автоматизировать вычисления.

Доклад подготовлен в рамках целевого финансирования (тема No 0142514-03) и при поддержке Эстонского Научного Фонда (грант 5879).

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

Первов А.Г., Андрианов А.П., Козлова Ю.В., Ефремов Р.В.
Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Современная экологическая ситуация требует разработки новых более эффективных технологий очистки воды от органических и неорганических загрязнений. С одной стороны, ужесточаются требования к составу питьевой воды, с другой стороны, водоисточники подвергаются все большей опасности антропогенного загрязнения. Это касается не только систем сельхозводоснабжения и вахтовых поселков, но и городского водоснабжения, когда заражение поверхностных водоисточников требует принятия мер по очистке от антропогенных примесей.

Современные мембранные методы позволяют одновременно удалять из воды большинство опасных загрязнений. Известны крупные станции ультрафильтрации и нанофильтрации, использующиеся на городских очистных сооружениях, во Франции, Великобритании, Голландии, США. Однако мембранные методы в основном применяются в комбинации с традиционными - озонсорбционными, коагуляционными, не всегда удачно "вписываясь" в готовую технологическую схему. Это вызвано как недостатками мембран в задержании различных загрязнений (требованием дополнительных стадий очистки), так и необходимостью в дополнительной предочистке, вследствие опасности загрязнения самих мембран. Такой подход не позволяет мембранным технологиям в полной мере продемонстрировать свои преимущества как в экономическом, так и в технологическом смысле.

Новая концепция состоит в усовершенствовании мембранных процессов, типов мембран и конструкций аппаратов, позволяющих очищать воду непосредственно напрямую из поверхностного или подземного водоисточника, без использования реагентов, с получением воды оптимального состава.

Проанализированы области применения процессов и типов мембран, необходимых для конкретных случаев водоснабжения, в частности:

- обезжелезивания;

- обезжелезивания и снижения цветности при обработке вод Северных районов;
- снижения мутности, цветности, окисляемости при обработке поверхностных вод.

Такие системы отличаются компактностью, невысоким энергопотреблением ($0,3 - 0,5 \text{ кВт/м}^3$), невысокой стоимостью ($7 - 12 \text{ руб./м}^3$). Кроме того, системы не используют реагенты (коагулянты и флокулянты), имеют низкий расход воды на собственные нужды, позволяют работать при низких температурах воды.

В основу создания технологий легли проведенные авторами исследования по:

- определению качества компонентного состава очищенной воды;
- оптимизации подбора режима работы аппаратов (времени фильтроцикла и химической регенерации);
- разработкам новых аппаратов и отработке режимов их эксплуатации.

В настоящее время освоен серийный выпуск мембран, аппаратов и установок:

- для улучшения качества воды из магистрального водопровода;
- для станций обезжелезивания, умягчения, опреснения подземной воды;
- для питьевого водоснабжения сельхозобъектов, вахтовых поселков работников нефтегазодобывающей промышленности;
- для станций подготовки питьевой воды большой производительности (до $10000 \text{ м}^3/\text{час}$), которые могут набираться из стандартных серийных блоков ($100 - 500 \text{ м}^3/\text{час}$) и использоваться в качестве систем очистки поверхностных вод;
- для централизованного водоснабжения во время паводковых явлений, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций (при попадании в поверхностные воды фенола, хлорорганических соединений, пестицидов и др.).

ОПЫТ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЕЗРЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КОГАЛЫМ

Бердышев В.А., Тураева Т.И., Зверев Д.Г.
МУП "Водоканал г. Когалыма", Когалым, Ханты-Мансийский АО, Россия

Учитывая все возрастающие бытовые потребности современного города, создание высоких санитарно-эпидемиологических и комфортных условий для жителей города Когалым, возникла необходимость строительства нового комплекса по забору, водоподготовке и подаче воды потребителю.

Решение этой задачи было осложнено многими факторами:

Высокое содержание общего железа (4-5 мг/л);

Повышенная цветность (30-40 градусов);

Присутствие органических фосфатов;

Низкая температура обрабатываемой воды (+2°C)

Подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна характеризуются сложным многокомпонентным составом загрязнений.

Отличительные особенности этих вод объясняются условиями их происхождения, формирования и подпитки. Эти воды содержат большое количество растворенных газов (углекислый, сероводород, метан и др.), имеют исключительно повышенное содержание железа, марганца, аммонийного азота, фенолов, нефтепродуктов, характеризуются низкой температурой воды, низкими значениями pH и многими другими компонентами.

Водоснабжение города Когалым осуществляется централизованно групповым городским водозабором. Для водоснабжения используются подземные воды нижней части атлым - новомихайловского надмерзлотного водоносного комплекса. Верхним водоупором служат глины туртасской свиты, нижним - зона многолетнемерзлых пород, охватывающая подошву новомихайловского горизонта и толщу атлымской свиты.

Качество добываемых подземных вод практически по всем показателям соответствует нормам СанПиН 2.1.4.1074-01. Исключение составляют железо, содержание которого в воде достигает 4-5 мг/л, цветность, обусловленная наличием гумусовых веществ в подземных водах этого региона. В бактериологическом отношении подземные воды горизонта безопасны.

На протяжении всего строительства комплекса велись поиски приемлемой технологии обработки воды.

Выбор технологии водоочистных сооружений проводился на основе многочисленных опытов на пилотной

установке.

Были опробованы коагулянты, флокулянты, озон, кислород, различные фильтрующие материалы. Недостаточный эффект очистки воды, полученный при применении в качестве фильтрующего материала активированного угля, привел к идее поиска новых материалов с более низкой стоимостью, аналогичных активированному углю, с пористой структурой и большей поверхностью контакта. Результатом этого поиска стала принципиально новая идеология решения проблемы: вместо применения каталитических материалов для окисления железа извне, создать постоянно обновляющийся катализатор непосредственно в ходе процесса фильтрации, в слое зернистого материала. Таким требованиям соответствует разработанный недавно в Германии новый тип антрацита - Еверзит специальный. Опыты, проведенные с этим материалом, показали достоинства этого метода и материала. Применение фильтрующего материала Еверзит позволило осуществить на водоочистных сооружениях:

- работы по очистке исходной воды с большим содержанием железа при одновременном содержании органики, силикатов и других ионов;
- саморегулирование каталитической пленки в процессе фильтрации;
- отказ от применения сильных окислителей (хлора, озона, перманганата), за исключением введения кислорода до фильтрации;
- эффективное снижение в воде содержания железа (в том числе комплексного), марганца, органики, аммония и фосфатов;
- снижение капитальных и эксплуатационных расходов.

Таким образом, была отработана окончательная схема очистки воды: исходная вода поступала в аэрационно-дегазационную установку (ГДТ), далее на фильтр с гидроантрацитом N, доокисление кислородом в камере смешения, затем поступала на фильтр с Еверзит специальным. За длительный период работы были получены хорошие стабильные результаты, соответствующие требованиям нормативных документов, представленные в табл.

Таблица. Результаты опытных испытаний безреагентной обработки воды

Точка отбора	Железо общее, мг/л	Цветность, градусы
ПДК по СанПин	0,3	20
Входящая вода	4,0	33
Вода после очистки	0,1	14

Необходимость проведения столь тщательных экспериментов была вызвана, прежде всего, сложным составом воды города Когалым. Выбранная оптимальная технологическая схема позволила уйти от использова-

ния дорогостоящих реагентов.

На сегодняшний день вода как на выходе с водоочистных сооружений так и в распределительной сети города соответствует нормативам.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИОЦИДНОГО РЕАГЕНТА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Жартовский В.М.

Украинский НИИ противопожарной безопасности МЧС Украины, Киев, Украина

Нижник Ю.В., Баранова А.И.

Научно-технологический центр "Укрводбезпека", Киев, Украина

Нижник Т.Ю.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности пострадавших при чрезвычайных ситуациях и контингента их спасателей важной задачей является организация качественного водоснабжения. Усложняется решение этой задачи при повреждении или выводе из эксплуатации системы централизованного водоснабжения в населенном пункте, когда требуются значительные объемы бутилированной питьевой воды (и времени для организации ее доставки в требуемом количестве) или применение специальных передвижных водоочистных установок средней/малой производительности. Однако, подавляющее большинство установок для обработки воды, предлагаемых для этих целей, достаточно эффективно функционируют по достижению эпидемической безопасности воды только по индикаторным микроорганизмам, так как для получения воды, безвредной по химическим параметрам и безопасной относительно патогенных вирусов, грибов и микроорганизмов, требуется усложнение установок, ограничивающее их мобильность и реальную пригодность для чрезвычайных ситуаций.

Министерством по чрезвычайным ситуациям Украины в содружестве со специалистами ряда институтов и НТЦ "Укрводбезпека" (г.Киев) разработана, изготовлена и апробирована мобильная установка для получения питьевой воды в полевых условиях и при чрезвычайных ситуациях, в работе которой использован принцип пузырьково-пленочной экстракции "неизвестной" воды, содержащей добавки полимерного биоцидного реагента "Акватон". Удаление из воды загрязняющих веществ

различной природы происходит без накопления их в фильтрующих устройствах, что исключает опасность неконтролируемого сброса загрязнений в очищенную питьевую воду, при этом основной минеральный состав воды не изменяется и отчетливо проявляются известные бактерицидные, вирулецидные, фунгицидные и альгицидные свойства реагента "Акватон". Обладая высокими комплексобразующими свойствами, этот реагент неокислительного действия эффективно удаляет из воды органические примеси, в частности гуминовые, таниновые, белковые вещества, хлор- и фосфорорганические пестициды, нефтепродукты, катионы тяжелых металлов, другие неорганические и органические примеси исходной воды; мутагенность природной воды при этом снижается, в среднем, в 40 раз. Важной особенностью реагента "Акватон" является наличие у него пролонгированного действия, что предупреждает вторичное размножение микроорганизмов в очищенной воде и в тех случаях, когда ее набирают в подручную посуду (чрезвычайные ситуации). При различном качестве исходной воды (натурные испытания) показаны надежность и эффективность установки и реагента, экологическая безопасность их эксплуатации при минимальных затратах; они успешно прошли испытания во время работы мобильного госпиталя МЧС Украины при ликвидации последствий землетрясения в Индии. Установка может быть доставлена в район чрезвычайной ситуации любым видом транспорта, использоваться для комплектации специального автотранспорта коммунальных служб, Вооруженных сил и МЧС.

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ОЧИСТКИ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аскерния А.А., Корабельников В.М.

НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды, Москва, Россия

Миголь В.Г.

ОАО "Новоуренгойский газохимический комплекс", Новый Уренгой, Тюменская обл., Россия

Развитие хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий в условиях Крайнего Севера может осуществляться за счет использования поверхностных вод крупных водотоков рек, а также подземных вод, надмерзлотных и межмерзлотных вод таликов, развитых в зоне многолетнемерзлых пород.

Площадь рассматриваемой территории составляет примерно 6,5 млн. квадратных километров, в пределах которой развиты крупные гидрогеологические системы, подразделяющиеся, в свою очередь, на ряд гидрогеологических структур более низкого порядка, отличающиеся своими особенностями питания, транзита и разгрузки водоносных горизонтов и, соответственно, физико-химическим составом.

На отдельных площадях данной территории, в частности, в Тюменской области, относящейся к Западно-Сибирской гидрогеологической области, в подземных водах может наблюдаться повышенное содержание железа и кремниеслоты, а в районах разработки нефтегазовых месторождений, в результате техногенного воздействия, наличие нефтепродуктов и растворенных газов. Кроме того, в тектонически ослабленных зонах и на участках заложения нефтяных и газовых скважин в эксплуатируемые водоносные горизонты могут разгружаться высоконапорные минерализованные йодобромные воды.

Добыча подземных вод производится с помощью водозаборных скважин, глубина которых зависит от производительности водоносных горизонтов конкретного района и нужд потребителей.

Климатические особенности, обусловленные преимущественно низкими температурами окружающей среды в течение года, диктуют требования, необходимые при выборе материала трубопроводов и обеспечение условий надежной ее транспортировки.

Прокладка транспортных трубопроводов из морозостойких сталей, в связи с промерзанием грунтов, осу-

ществляется на эстакадах и сопровождается теплоспутником, греющей агент которого выбирается в зависимости от возможностей на местах.

Однако, качество подземных вод в регионах Крайнего Севера отличается многообразием, поэтому, в зависимости от природы загрязнений, находящихся в воде, и требований, предъявляемых потребителем, выбираются методы ее очистки.

Особенностью подземных вод, добываемых из промышленно эксплуатируемых водоносных горизонтов, является их малая минерализация, но в тоже время эти воды могут содержать повышенные концентрации железа, железобактерий, кремниеслоты, растворенных газов, органических веществ и др.

Наличие данных веществ в количествах, превышающих ПДК, не позволяют использовать эти воды в хозяйственно-питьевых и технических целях без очистки и специальной подготовки.

Создание и внедрение станций, совмещающих в себе традиционные решения с более современными технологиями водоподготовки позволяет в каждом конкретном случае комплексно решать поставленные задачи.

В тоже время, учитывая экологические особенности районов Крайнего Севера, выбранные системы водоподготовки должны быть малосточными, а схема водоснабжения потребителей обеспечивать максимальное использование воды, забираемой из источника и утилизацию жидких отходов, образующихся в процессе очистки воды.

Применение в схемах водоподготовки известных методов, таких как: дегазация, обезжелезивание, деманганация, ионообменное умягчение в сочетании с мембранной технологией - ультрафильтрацией и обратным осмосом, с последующим обеззараживанием и кондиционированием воды делает реальным получать воду питьевого качества, а также ультрачистую, глубокообессоленную воду для объектов энергетики и промышленных производств нефтегазохимического комплекса.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАО "СИБРЕСУРС"

Богданов Б.А., Ивакин Д.Н.
ЗАО "Сибресурс", Новосибирск, Россия

Для очистки природных и сточных вод широко используются минеральные коагулянты, представляющие собой соли алюминия: сульфат алюминия и оксихлорид алюминия (ОХА). В связи с ужесточением требований к качеству питьевой воды, в том числе к содержанию в ней остаточного алюминия, общей тенденцией является использование ОХА вместо сульфата алюминия. Эффективность применения ОХА при обработке воды в хозяйственно-питьевом и промышленном водоснабжении, очистке сточных вод подтверждена исследованиями и многолетним опытом его промышленного использования.

Полиоксихлориды алюминия (ПОХА) отличаются, как по свойствам, так и по работоспособности при равных условиях применения. Анализ показал, что наиболее важной характеристикой, определяющей работоспособность реагента в тех или иных условиях, является основность коагулянта, т.е. для определенного водоисточника, определенной схемы очистных сооружений и периода года существует своя оптимальная основность, при которой процесс очистки наиболее эффективен.

Основность значительно влияет на процессы очистки воды, как по экономическим, так и по технологическим параметрам (доза, органолептические показатели и особенно содержание остаточного алюминия). Данные выводы подтверждаются результатами исследований и испытаний в Уральском регионе, по бассейнам рек Волги, Камы, Оки и др.

В табл. приведены наиболее характерные, по свойствам исходной воды и основности ОХА, потребители коагулянта.

Необходимо отметить, что применение высокоосновного ОХА может обеспечить достаточно высокие результаты очистки воды на большинстве водоисточников, при разных схемах водоподготовки и независимо от периода года, но не везде это оправдано экономически.

Использование низкоосновного ОХА ограничено определенными параметрами исходной воды: рН, цветностью, перманганатной окисляемостью, мутностью и др.

Выводы

- Основность является одним из определяющих параметров при технико-экономическом обосновании применения полиоксихлорида алюминия на предприятиях водоподготовки, расположенных на различных водоисточниках.
- Наиболее перспективным принципом работы предприятий-производителей коагулянтов ПОХА является дифференцированный подход к каждому конкретному потребителю.
- В настоящее время ЗАО "Сибресурс" поставляет продукцию потребителю после детального технологического исследования свойств воды, анализа состояния сооружений водоподготовки и тщательного подбора реагентов и их модификаций, что практически в 100 % случаев дает положительные результаты.

Таблица

п/п	Город	Объект водоподгот.	Водоисточник			Эффективность ОХА в сравнении с СА		
			Название	Цветность, град	Мутность, мг/л	Снижение дозы, раз	Экономическая, %	Технологическая
Низкоосновный ОХА								
1.	Куйбышев Новосиб. обл.	НФС Q=10 тыс.м ³ /сут	р. Омь	до 500	10	4,0	45	стабильное качество воды, исключено подщелач. Al _{ост} <0,2 мг/л
2.	Заволжье Нижегород. обл.	НФС Q=27 тыс.м ³ /сут	р. Волга	80	2,5	1,8	5	
Среднеосновный ОХА								
1.	Новосибирск	НФС UQ=900 тыс.м ³ /сут	р. Обь	45	до 80	2,7	40	стабильное качество воды, Al _{ост} <0,2 мг/л
2.	Владимир	НФС Q=113 тыс.м ³ /сут	р. Нерль	до 150	2	-	-	стабильное качество воды в критические периоды
3.	Нижний Тагил	НФС Q=130 тыс.м ³ /сут	Черноисточенское водохр.	45	10	3,3	45	стабильное качество воды, Al _{ост} <0,2 мг/л
4.	Искитим Новосиб. обл.	НФС Q=72,5 тыс.м ³ /сут	р. Бердь	60	до 250	3,5	52	то же
5.	Анжеро-Судженск Кемеровск. обл.	НФС Q=50 тыс.м ³ /сут	р. Яя	60	до 100	4,0	55	стабильное качество воды, исключено подщелач. Al _{ост} <0,2 мг/л
Высокоосновный ОХА								
1.	Кемерово	НФС Q=190 тыс.м ³ /сут	р. Томь	до 150	до 120	1,4	-	то же
2.	Новокузнецк Кемеровск. обл.	НФС Q=175 тыс.м ³ /сут	р. Томь	50	до 80	2,0	10	стабильное качество воды, Al _{ост} <0,2 мг/л
3.	Междуреченск Кемеровск. обл.	НФС Q=65 тыс.м ³ /сут	р. Томь	35	до 60	1,5	-5	то же

ОЧИСТКА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД

Медведев А.С.

Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, Россия

Спасенова Л.Н., Тобилко В.Ю., Корнилович Б.Ю.

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского НАН Украины, Киев, Украина

Уранодобывающая промышленность, эксплуатация ядерно-энергетических объектов - основные источники радиоактивного загрязнения окружающей среды. При этом техногенную нагрузку испытывают значительные территории. Сохраняет актуальность вопрос и предотвращения попадания основных дозообразующих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs из Чернобыльской зоны отчуждения в бассейн реки Днепр. За последние годы в формировании общего водного выноса радионуклидов с территории водосбора р. Припять вклад зоны отчуждения составляет (50-70)% для ^{90}Sr и до 20% для ^{137}Cs . Сточные и пластовые воды содержат радионуклиды и другие поллютанты в концентрациях, которые представляют большую угрозу для окружающей среды. Поэтому очистка водной среды от радионуклидов является одной из актуальнейших проблем современной экологии.

Изотопный состав загрязненных радионуклидами вод различен, что делает невозможным создание единой технологической схемы их очистки. Для решения проблемы дезактивации вод от токсичных и радиоактивных примесей перспективны дешевые техногенные (например, активные илы станций аэрации, золы от сжигания углей) и природные сорбенты (туфы, железомарганцевые конкреции мирового океана и др.).

Проведены исследования по сорбции из загрязненных вод от ионов меди и радионуклидов (в основном от ^{90}Sr и ^{137}Cs) на сухих порошках и гранулах, приготовленных из железомарганцевых конкреций (ЖМК) Финского залива. следующего состава %: MnO_2 -27,7; Fe_2O_3 -19,7; SiO_2 -21,8; Al_2O_3 - 8,7; CaO - 2,1; MgO -3,41; P_2O_5 - 2,56;

$\text{N}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ - 3,43; MeO (Me - Cu, Ni, Co) - 0,5; влажность - 11,7; потеря массы после прокалки - 17,8. Максимально достигнутая емкость сухих ЖМК по стронцию и цезию 0,55 мг-экв/г. Ионы Cu^{2+} сорбируется хуже. Для них хорошим сорбентом является активный ил Курьяновской станции аэрации (Москва). Полученные результаты могут служить основой для разработки технологии обезвреживания и дезактивации водных растворов с использованием дешевых техногенных и природных сорбентов одноразового применения, которые в дальнейшем должны поступать на хранение или захоронение.

В последнее время все больше внимания уделяется применению биологических методов очистки радиоактивно загрязненных вод. Предложен биосорбент, который представляет собой гидробиоценоз, закрепленный на волокнистом носителе, эффективно удаляющий ^{137}Cs и ^{90}Sr из радиоактивно загрязненных вод. С учетом предварительно полученных в лабораторных исследованиях результатов, проведены исследования очистки природной воды мелиоративного канала в 30-км зоне ЧАЭС. Разработанная технология обеспечивает степень очистки на уровне 86,6-94,5% от ^{137}Cs и на уровне 89,8-91,2% от ^{90}Sr при удельной активности отработавшего биосорбента $10,4-9,6 \cdot 10^7$ Бк/кг по ^{137}Cs и $0,91-0,9 \cdot 10^8$ Бк/кг по ^{90}Sr . Предложенный способ очистки радиоактивно загрязненных вод прост в реализации, обеспечивает быстрое удаление из воды носителя с накопленными на нем радионуклидами для дальнейшего обезвреживания и может быть использован для очистки проточных радиоактивно загрязненных вод в природных условиях.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД СМЕШАННЫМИ КОАГУЛЯНТАМИ

Круглов А.И., Гетманцев С.В.
ОАО "Аурат", Москва, Россия
Пучкель С.Ю., Поповцев В.Л., Шестаков С.Н.
МУП ЖКХ "Вологдагорводоканал", Вологда, Россия

Эффективность очистки воды, как показывает накопленный промышленный опыт в большинстве случаев зависит от ряда факторов, каждый из которых требует индивидуального подхода к выбору коагулянтов при очистке воды. Настоящая работа посвящена изучению возможности очистки воды на очистных сооружениях характеризующихся высокими скоростями восходящего потока в камерах реакции, дефицитом времени осаждения взвешенных частиц и пребывания их в отстойниках, а также режимом ускоренной фильтрации.

Моделирование существующих очистных сооружений осуществляли в лабораторных условиях с использованием методики проведения пробного коагулирования с раздельными камерами смешивания реагентов. В качестве коагулянтов использовали сульфат алюминия и полиоксихлорид алюминия, а флокулянт был выбран ПАА с дозой для всех опытов равной 0,3 мг/л. Забор очищаемой воды проводили из реального водоема р. Вологда с физико-химическими характеристиками, соответствующими на период проведения экспериментов.

В результате проведенных исследований было установлено, что каждый из применяемых коагулянтов по отдельности не в состоянии обеспечить эффективность очистки воды до требуемых показателей качества питьевой воды. В свою очередь, используя смесь коагулянтов в соотношении 70% полиоксихлорида алюминия и 30% сульфата алюминия позволило не только добиться высокой эффективности процесса очистки воды, но и

снизить суммарную рабочую дозу коагулянтов с 15-20 мг/л до 9-11 мг/л по Al_2O_3 при остаточном содержании алюминия в питьевой воде в пределах 0,05-0,26 мг/л.

Использование полученных данных в производственных условиях привело к значительному улучшению качества питьевой воды, стабильности процесса очистки, снижению нагрузки на рабочие фильтры, уменьшению рабочих доз коагулянтов и в целом интенсификации работы очистных сооружений.

Выводы:

- Изучен процесс очистки воды смешанными коагулянтами.
- Показано, что "Аква-Аурат-30" совместно с сернокислым алюминием в заданном процентном соотношении является эффективным при очистке воды с высокой цветностью, низкой мутностью, низкой щелочностью и низкой температурой воды.
- Установлено, что "Аква-Аурат-30" совместно с сернокислым алюминием в заданном процентном соотношении как 70:30 дает возможность эффективно использовать их на сооружениях с форсированными режимами очистки воды.
- Применение смешанных коагулянтов в найденном процентном соотношении привело к увеличению эффективности очистки воды, стабильности процесса очистки, снижению рабочей дозы коагулянтов и позволило интенсифицировать работу очистных сооружений.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ташенев К.М.

НПФ "Гидроэко", Алматы, Республика Казахстан

Неравномерность распределения поверхностного водного стока по территории Республики Казахстан, а также отсутствие на местах запасов пресных вод определило в свое время решение о водообеспечении ряда регионов путем транспортирования воды на дальние расстояния. Следствием такого подхода явилось строительство и последующая эксплуатация крупнейших в мире групповых систем водоснабжения, которые в новых экономических реалиях пришли в упадок. Хотя Водный Кодекс РК допускает дотацию из бюджета тарифа для систем питьевого водоснабжения в отсутствие альтернативных источников, однако тарифы на услугу группового водопровода повсеместно являются для потребителей недоступными. На это указывает сегодняшний опыт эксплуатации вновь введенных и реконструированных в рамках Государственной программы "Питьевые воды" групповых систем.

Вместе с тем за рубежом, в особенности в странах с высоким дефицитом воды в последнее время активно реализуются масштабные проекты по преодолению водного кризиса с использованием источников, которые ранее считались непригодными для питьевого водоснабжения. Альтернативой сложившейся практике является применение локальных систем водоснабжения базирующихся на водоисточниках с различной минерализацией.

Это стало возможным благодаря значительному прогрессу за последнее десятилетие технологии опреснения воды, Прежде всего это относится к мембранным методам, среди которых лидирует обратный осмос. По данным Европейской ассоциации опреснения воды в мире нарастает тенденция роста удельного веса обратного осмоса в общем объеме получаемой в современных условиях пресной воды.

Значительное снижение стоимости оборудования, рост срока службы мембран, совершенствование мето-

дологии разработки рациональных технологических схем опреснения воды привели к существенному улучшению экономических показателей процесса. По сравнению с показателями 15 летней давности стоимость 1 м³ опресненной воды по технологии обратного осмоса в среднем снизилась до 90% и на сегодня составляет для морской воды 0,37-0,52, а солоноватой 0,1-0,15 дол. США. Это создает принципиально новую ситуацию в водообеспечении населенных пунктов в регионах с дефицитом пресной воды. Выдающиеся исследования казахстанских ученых-гидрогеологов показали наличие практически по всей территории страны подземных вод с различной минерализацией и физико-химического состава, которые прежде считались непригодными для практического использования. Теперь они должны приниматься во внимание при рассмотрении схем питьевого водоснабжения в регионе. Во многих случаях, при соответствующем переутверждении запасов, эти источники являются альтернативой транспортированию пресной воды на дальние расстояния, а с учетом современного и перспективного развития технологии обратного осмоса имеют существенные экономические преимущества.

При корректировке действующей Государственной программы "Питьевые воды" необходимо принять во внимание перспективность развития в сельской местности локальных станций опреснения с применением обратного осмоса, как эффективного подхода решения проблемы. В Республике рядом ученых в течение десятилетий проводятся комплексные исследования технологии обратного осмоса, созданы научно-технические принципы по применению этой технологии для различных типов минерализованных вод распространенных на ее территории, имеется опыт внедрения и обеспечения длительной стабильной эксплуатации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Первов А.Г., Андрианов А.П.

Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

В мировой практике питьевого водоснабжения мембранные технологии начинают занимать лидирующее положение благодаря универсальной способности одновременно снижать мутность, цветность, содержание пестицидов, вирусов, бактерий, летучих хлорорганических соединений, нефтепродуктов, ионов тяжелых металлов и др.

В последнее время в связи с поиском новых решений в сфере водоподготовки особый интерес вызывает мембранная технология ультрафильтрации. Этот метод находит все более широкое применение во всем мире для питьевого и промышленного водоснабжения и с его помощью можно получить воду, отвечающую современным нормативным требованиям.

Ультрафильтрационные мембраны позволяют осветлять и обесцвечивать природную воду, частично снижать окисляемость и осуществлять ее эффективное обеззараживание. При этом они практически не задерживают растворенные в воде соли, сохраняя естественный солевой состав природной воды. Применение безреагентной технологии ультрафильтрации позволяет избежать попадания в очищенную воду бактерий, остаточного алюминия, хлорорганических соединений, а также сократить потребление воды на собственные нужды станции и свести к минимуму затраты реагентов.

Метод ультрафильтрации также эффективен и для обезжелезивания подземных вод. Применение ультрафильтрации дает возможность значительно сократить объем аэрационных и фильтровальных сооружений благодаря компактности установок и высокой степени задержания коллоидных частиц гидроксида железа.

В докладе представлены различные варианты использования ультрафильтрации: в качестве самостоятельного процесса для очистки поверхностных и подземных вод; в комбинации с предварительной коагуляцией, отстаиванием и фильтрованием; в сочетании с сорбционной обработкой и озонированием воды.

Рассмотрены варианты применения ультрафильтрации для непосредственной обработки поверхностных вод, для повышения эффективности работы существ-

вующих станций и доочистки воды из городских водопроводов, для использования в качестве предочистки перед обратным осмосом и нанофильтрацией.

Для каждого случая, учитывая состав исходной воды, подбирается наиболее подходящий тип мембран, с помощью разработанного алгоритма определяется оптимальный режим эксплуатации установки (рабочие давления, продолжительность фильтроцикла и обратной промывки) и дается прогноз ее работы в течение периода эксплуатации.

Получение питьевой воды из поверхностных источников представляет наиболее сложную задачу, поэтому в зависимости от показателей качества исходной воды (в частности таких, как цветность, окисляемость, антропогенные примеси) схемы с ультрафильтрацией дополняются предварительной коагуляцией, обработкой воды окислителями и активным углем.

Разработаны схемы мембранных установок и рекомендации по их эксплуатации для производственного водоснабжения; для автономного водоснабжения отдельных зданий и улучшения качества воды в точках водоразбора и для водоснабжения малых населенных пунктов.

Предложена экспериментальная методика технологического анализа работы ультрафильтрационных установок, состоящая в определении закономерностей снижения производительности мембран в течение фильтроцикла и эффективности удаления загрязнений во время обратной промывки в зависимости от ее давления и продолжительности. Полученные данные используются для определения оптимальных параметров работы установки на воде заданного состава.

Проведенное технико-экономическое сравнение ультрафильтрационных установок с традиционными - "Струя" и "Дефферит" - подтверждает эффективность применения рассмотренной технологии для водоснабжения малых и средних объектов. Наиболее перспективно использовать мембранные установки при водопотреблении до 100-200 м³/сут.

ПЛАВУЧИЙ ВОДОЗАБОР - ОСВЕТИТЕЛЬ

Мамедов А.Ш.

Научно-исследовательский и проектный институт "Суканал", Баку, Республика Азербайджан

Развитие промышленного и сельскохозяйственного производства в Азербайджанской Республике зависит от решения вопросов очистки высокомутных вод рек Кура и Араза. В настоящее время для очистки воды этих рек широко применяются традиционные радиальные и горизонтальные отстойники. Эти сооружения по конструкции громоздки, металлоемки и занимают большие земельные участки. Опыт эксплуатации таких сооружений показывают, что удельная производительность их низка 1-3 м³/час (на м²), а расход воды на удаление осадка доходит до 12-17% производительности водоочистных станций. При эксплуатации этих отстойников требуются дополнительные сооружения по обезвоживанию и утилизации осадка.

На основе наших исследований в НИПИ "Суканал" разработана принципиально новая технология забора воды из источников с высокой мутностью для малых и больших глубин водоисточника./2,3/ Его применение исключает попадание более крупных фракций наносов в водозабор и обеспечивает забор воды при минимальной глубине водоисточника до 1 м.

Конструкция предназначена для предварительного осветления воды поверхностного источника водоснабжения от взвешенных веществ непосредственно на месте ее забора из водоисточника (река и канал).

Водоприемник - осветлитель представляет собой плавучее устройство с бункерным элементом, нижняя часть которого выполнена в виде конфузора, а верхняя часть снабжена гидрозатвором. внутри бункера смонтирован осветлительный блок с тонкослойными полочными элементами и системой сбора воды. Нижняя часть выполнена в виде конфузора, который обеспечивает удаление осадка в бункере. Конфузор расположен так, что его ось составляет с горизонтом воды в водоисточнике не менее 45-60°. Такое расположение конфузора

дает возможность получить в концевой части его зону завихрения, которая характеризуется пониженным давлением. Таким образом, образовавшаяся водоворотная зона под бункером всасывает осадки из бункера.

Водозабор-осветлитель работает следующим образом: поступающая вода из гидрозатвора попадает в бункер, а затем в осветлительные тонкослойные элементы (где при скорости потока 0.01-0.1 м/с происходит отделение значительной части взвеси) и далее через буферную зону в водосборную систему. Масса отделяемых частиц из тонкослойных элементов непрерывно сползает в бункер и далее через конфузор удаляется в речной поток и транспортируется им вниз по течению. Производительность водоприемника может регулироваться изменением величины его осадки путем использования груза. Подача воды от водоприемника в береговое сооружение может осуществляться с помощью насосов.

В зависимости от обстановки на источнике (качество воды, глубина потока и т.д.) местоположение водоприемника может изменять путем буксирования его в нужное место. Высокий технологический эффект очистки (50%-60%) обеспечивается при мутности исходной воды более 500-1000 мг/л и достигается в основном за счет выделения частиц гидравлической крупностью больше 0.15-0.20мм/с. Такие водоприемники рекомендуется применять при положительной температуре воды в источнике.

Применение такой конструкции обеспечивает безотходный технологический процесс безреагентной предварительной очистки, которая позволяет исключить загрязнение водоисточника осадком, содержащим химические вещества используемых реагентов. Применение данной конструкции обеспечивает эффективную рыбозащиту.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Житенев Б.Н., Шеина Л.Е.

Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь

При очистке подземных вод для хозяйственно-питьевых целей Республики Беларусь на собственные нужды станций обезжелезивания расходуется до 5% от общего объема очищаемой воды. Эта вода используется на регенерацию фильтров обезжелезивания.

В табл. 1 приведены усредненные показатели качества промывных вод, образующихся на станциях обезжелезивания подземных вод г. Бреста.

Полученные данные показали наличие высокой концентрации железа, преимущественно в виде гидроксида железа (III), цветности и взвешенных веществ.

В соответствии с требованиями СНиП 2.02.04 - 84 на эксплуатируемых станциях обезжелезивания построены

сооружения по обработке промывных вод с возможностью повторного их использования. Из-за низкой эффективности работы эти сооружения исключаются из технологической цепочки, и высококонцентрированные железосодержащие воды отводятся в канализацию либо в прилегающие водоемы, овраги, искусственно созданные каналы, загрязняя природные источники.

Учитывая, что на территории Республики Беларусь расположено 124 станции обезжелезивания общей мощностью 1,8 млн. м³/сут, то ежегодно безвозвратно теряется около 20 млн. м³ воды, в окружающую среду сбрасывается около 4000 тонн загрязнений в виде соединений железа.

Таблица 1. Усредненные показатели качества промывных вод, образующихся на станциях обезжелезивания г. Бреста

Показатели	Единицы измерения	Способ промывки	
		Водовоздушная	Водяная
Железо общее	мг/л	150...300	70...120
Цветность	град.	свыше 100	свыше 100
Взвешенных вещества	мг/л	300...500	до 100
Жесткость	мг-экв/л	4,2...4,8	4,2...4,5
Щелочность	мг-экв/л	4,6...4,8	4,4...4,5
pH	ед. pH	7,4...8,0	7,0...7,5
Ca ²⁺	мг-экв/л	3,7...3,9	3,6...3,8
Mg ²⁺	мг-экв/л	0,5...0,9	0,6...0,7
En	В	0,150...0,230	0,220...0,255

На кафедре водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета выполнены исследования по интенсификации процесса очистки промывных вод станций обезжелезивания. Обезжелезивание промывной воды осуществлялось известкованием, коагулированием сернокислым алюминием, фосфатом натрия, хлоридом железа, гидроксидхлоридом алюминия. Наиболее эффективно доосаждение соединений железа происходило при совместном влиянии реагентов сульфата алюминия Al₂(SO₄)₃ и фосфата натрия Na₃PO₄.

После 2-х часового отстаивания остаточная концентрация железа при обработке промывной воды Na₃PO₄ и Al₂(SO₄)₃ составляла 1,5...2,0 мг/л, в то время как после фильтрования железа оставалось менее 0,3 мг/л при отстаивании в течение 1 ч и более. Дозы реагентов должны быть уточнены в каждом конкретном случае пробным осаждением. После фильтрования качество воды по всем показателям соответствует требованиям

СанПиН 10-124-РБ-99 "Вода питьевая", что позволяет направлять ее в резервуар чистой воды или водонапорную башню для повторного использования.

На основании полученных результатов была разработана и запатентована технология обработки промывных вод, предусматривающая доосаждение коллоидных примесей железа реагентами-осадителями. В соответствии с Пат. 1724 ВУ обработку промывных вод станций обезжелезивания рекомендуется осуществлять по технологической схеме, представленной на рис. 1.

Разработанная схема очистки промывных вод станций обезжелезивания малозатратна и не требует дефицитных реагентов, ее внедрение позволит предотвратить загрязнение окружающей среды соединениями железа. При использовании данной технологии значительно сократится расход воды на собственные нужды станции обезжелезивания, что снизит себестоимость отпускаемой потребителю воды, извлеченный осадок предлагается использовать в качестве добавок к строительным материалам.

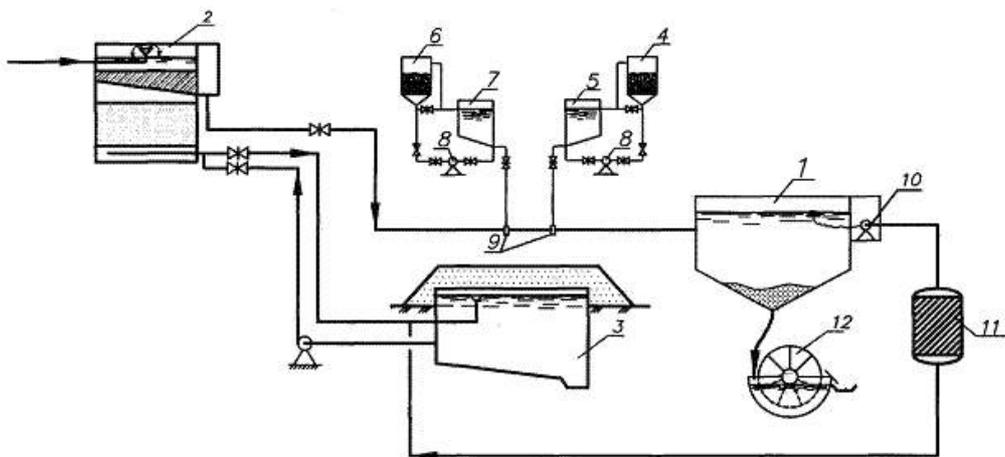


Рис. 1. Технологическая схема обработки промывных вод реагентами-осадителями
 1 - отстойник промывных вод; 2 - фильтр обезжелезивания; 3 - резервуар чистой воды;
 4 - растворный бак реагента-осадителя Na_3PO_4 ; 5 - расходный бак Na_3PO_4 ; 6 - растворный бак коагулянта,
 7 - расходный бак коагулянта; 8 - циркуляционные насосы; 9 - сужающие устройства; 10 - насосная станция;
 11 - барьерный фильтр; 12 - вакуум-фильтр.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТЛЕНИЯ ВОДЫ НА РОСТОВСКИХ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Скрябин А.Ю.

ОАО "Производственное объединение Водоканал г. Ростова-на-Дону", Ростов-на-Дону, Россия

Педашенко Д.Д., Божко Л.Н.

Ростовский НИИ коммунального хозяйства, Ростов-на-Дону, Россия

Источником водоснабжения г.Ростова-на-Дону является р.Дон. Характерной особенностью реки является нестабильность качества воды особенно по мутности, которая часто и многократно меняется даже в течение суток. Водоочистные сооружения перегружены. При проектной производительности 400000 м³/сутки на очистку подается 550000, а иногда 600000 м³/сутки. К тому же недостаточен перепад уровней воды в цепочке "смеситель-отстойник-фильтр", что исправить практически невозможно.

С самого начала работы водоочистных сооружений в качестве коагулянта использовался сульфат алюминия.

В этих условиях, особенно в холодные периоды года, барьерные функции водоочистных сооружений в отношении основных загрязнений были не достаточны. Вода, подаваемая потребителям, имела повышенные показатели по мутности и остаточному содержанию токсичного элемента - алюминия.

Необходимы были поиски более эффективных технологических решений по очистке воды, по возможности дешевых и не требующих больших капитальных затрат.

Технологические изыскания, выполненные работниками ПО "Водоканал" совместно со специалистами отдела водоснабжения и очистки воды ФГУП РНИИ КХ показали, что необходимый эффект достигается, если использовать для очистки воды синтетический катионный полиэлектролит полиДАДМАХ. Это органический коагулянт, но в литературе его часто называют флокулянт. Суть достигаемого эффекта заключалась в том, что обработка воды органическим коагулянтом, особенно совместно с неорганическим коагулянтом способствует образованию из загрязнений воды более тяжелых и быстрооседающих хлопьев. За счет этого может быть повышена эффективность осветления воды в отстойниках, а на фильтры будет поступать меньше загрязнений, что снизит темп прироста потерь напора в фильтрующей загрузке; уменьшит необходимое количество промывок ее и снизит мутность очищенной воды. Но при использовании органического коагулянта требуется повышенная длительность (более 15-20 минут) и высокая интенсивность перемешивания в процессе хлопьеобразования (градиент скорости более 70 с-1).

Этот принцип коагуляционной обработки и был реализован на Ростовском водопроводе.

Первоначально полиДАДМАХ использовался в качестве самостоятельного коагулянта и вводился на насосных станциях первого подъема. Водоводы от насосных станций до водоочистных сооружений протяженностью 2-3 км служили в качестве камер хлопьеобразования. Гидравлические условия и время пребывания воды в них были оптимальными для коагуляции.

В результате было повышено качество питьевой воды. Количество нестандартных проб по мутности на выходе водоочистных сооружений сократилось в пять раз, а в водопроводной сети - в 3,2 раза. Количество нестандартных проб по микробиологическим показателям в сети сократилось в 3,3 раза. Многократно сократились дозы и расходы коагулирующего реагента.

Следующим этапом стала реализация технологии совместной обработки воды органическим и неорганическим коагулянтами. В качестве неорганического коагулянта наиболее высокие результаты показали полиоксихлориды алюминия. Дополнительный ввод даже небольшой дозы реагента "Аква-Аурат-10" (0,3-0,4 мг/л) дает снижение мутности отстоянной воды в среднем в 2 раза по сравнению с самостоятельной обработкой полиДАДМАХ. Это особенно актуально при перегрузке водоочистных сооружений - облегчается режим работы фильтров, снижается мутность фильтрованной воды, а этот показатель, как известно, напрямую влияет на содержание в питьевой воде патогенных бактерий и вирусов.

В процессе вирусологических исследований питьевой воды на содержание различных типов патогенных вирусов в течение длительного периода времени не дали положительных находок.

Были решены технические вопросы дозирования реагентов с использованием элементов автоматики. Для ввода полиДАДМАХ в товарном виде были применены винтовые насосы-дозаторы. Они обеспечивают автоматическую регулировку доз реагента за счет изменения числа оборотов двигателя в зависимости от мутности речной воды и объема подачи ее на водоочистные сооружения. С этой целью для определения мутности речной воды использованы промышленные мутномеры.

Внедренная на водопроводе технология позволяет стабилизировать качество очищенной воды, сделать ее менее зависимой от качества исходной воды и возможных ошибок обслуживающего персонала; снизить мутность очищенной воды до уровня менее 0,5 мг/л. В итоге это повысит безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ Г. ИВАНОВО

Платонова О.А., Кузьмина Н.П., Ищенко И.Г., Фрог Д.Б.

ГУП "МосводоканалНИИпроект", Москва, Россия

Михайловский К.В.

УМП "Водоканал", Иваново, Россия

В настоящее время не все водопроводные станции России, в том числе и Водопроводные очистные сооружения (ОНВС-1) в г. Иваново, обеспечивают постоянное стандартное качество воды в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 и, в частности, по таким показателям, как окисляемость и колифаги.

Для выполнения требований нового стандарта качества на станциях должны быть проведены мероприятия, направленные на повышение эффективности очистки воды за счет оптимизации процессов реагентной обработки и обеззараживания, а также модернизации очистных сооружений.

Водоисточником г. Иваново является река Уводь, вода которой по составу растворенных в ней минеральных веществ относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе с реакцией среды, близкой к нейтральной. Из тяжелых металлов в речной воде постоянно отмечается избыточная концентрация марганца и железа, превышающая ПДК.

По данным химико-бактериологической лаборатории ОНВС-1 воды реки Уводь в целом имеют низкую бактериальную загрязненность. Однако наличие в речной воде в отдельные периоды года общих колиформных бактерий и колифагов свидетельствует о поступлении сточных вод в источник водоснабжения.

На основании предварительного обследования очистных сооружений, ознакомления с проектной документацией была проведена экспертная оценка, позволяющая сделать заключение о необходимости интенсификации процессов отстаивания и повышения барьерной роли фильтрующей загрузки в отношении взвешенных веществ и веществ, обуславливающих цветность и окисляемость, бактериологическое и биологическое загрязнение воды.

Получение эффекта при обработке воды р. Уводь коагулянтами осложнено ее повышенной цветностью,

низкой мутностью и низкой температурой на протяжении длительного времени в течение года. При сравнении эффективности применения органических коагулянтов, оксихлорида алюминия, сульфата алюминия установлено, что осветление воды при отстаивании происходит значительно лучше при дозировании сульфата алюминия.

Дробное введение коагулянта позволяет повысить эффективность процесса осветления воды при отстаивании за счет ускорения процесса хлопьеобразования и выпадения хлопьев. Это особенно важно при низких температурах воды. Введение сульфата алюминия в обрабатываемую воду за счет соосаждения гидроокисей алюминия, железа, марганца позволяет снизить содержание железа и марганца в чистой воде на 50%. Отмечено также снижение содержания и таких токсичных металлов, как Pb, Cd, Ni, Cr, Zn и Cu.

Исследования процесса обеззараживания осветленной воды с применением хлора, гипохлорита натрия, а также при предварительной обработке воды перманганатом калия, показали высокую эффективность удаления общих колиформных, термотолерантных колиформных бактерий, спор сульфитредуцирующих клостридий, колифагов и возбудителей кишечных инфекций (сальмонелл, шигелл).

Таким образом, по результатам экспериментальных исследований в летне-осенний период 2004 г. и осенне-зимний период 2005 г. были сделаны следующие выводы о том, что реагентная обработка воды оптимальной дозой сернокислого алюминия обеспечивает снижение цветности до 6-7 градусов и мутности до 0,1 мг/л при концентрации остаточного алюминия в очищенной воде до <0,02 мг/л; применение обеззараживающих реагентов позволяет достичь практически полной очистки воды от колифагов.

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА ДЛЯ ОДНОСТАДИЙНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Макарова Н.В., Митченко Т.Е.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Митченко А.А., Стендер П.В.

Научно-производственное объединение "Экософт", Киев, Украина

Комплексная очистка воды - наиболее распространенная задача при ее подготовке для технологических, бытовых и питьевых целей. Как в Украине, так и в России наиболее распространенными примесями, одновременно присутствующими в воде и поверхностных (в том числе, после централизованной очистки), и артезианских источников являются соединения железа, марганца, соли жесткости и органические соединения природного происхождения - так называемые гуминовые вещества.

Традиционно для решения таких проблем обычно используют многостадийные технологии, включающие стадии: удаление железа и марганца загрузками типа Greensand, Birm, MТM; умягчение на Na-катионитовых фильтрах; удаление гуминовых веществ активированным углем. Каждая из стадий реализуется в отдельном аппарате, поскольку условия их эксплуатации существенно различаются.

Помимо многостадийности и высокой стоимости, традиционный подход отличается также недостаточной эффективностью в случае присутствия в воде гуминовых веществ (при перманганатной окисляемости, превышающей 4-5 мгО₂/л), поскольку это приводит к образованию органических комплексных соединений железа, взаимодействие которых с вышеуказанными загрузками затруднено. Следует особо отметить высокий экологический риск, связанный с применением каталитических загрузок типа Greensand, для регенерации которых используется сильный окислитель - перманганат калия.

В качестве альтернативной нами разработана комбинированная загрузка Экософт Микс и основанная на ее использовании технология, позволяющая в одну стадию и в одном аппарате осуществить умягчение воды и удаление из нее железа, марганца, алюминия, гуминовых веществ, аммония и, в случае необходимости, также ионов тяжелых металлов.

Комбинированная загрузка Экософт Микс создана на основе пяти сорбционных материалов природного и синтетического происхождения, различающихся механизмом сорбционного и фильтрующего действия, удельным весом и гранулометрическим составом. Восстановление сорбционных свойств загрузки осуществляется путем ее регенерации раствором хлористого натрия и промывки водой.

Соотношение компонентов в смеси может изменяться в относительно широких пределах в зависимости от состава очищаемой воды. Проведенные нами экспериментальные исследования и расчеты позволили определить оптимальные соотношения компонентов загрузки и ее емкость по отношению к основным удаляемым из воды примесям в зависимости от содержания гуминовых веществ в очищаемой воде.

Результаты проведенных опытно-промышленных испытаний и санитарно-эпидемиологической экспертизы загрузки показали, что она может использоваться как для подготовки технологической, так и питьевой воды.

Себестоимости очистки 1 м³ воды на установке с загрузкой Экософт Микс производительностью до 2 м³/ч, рассчитанная по результатам опытно-промышленных испытаний, в 2,2 раза меньше себестоимости очистки воды при использовании традиционной технологии, а объем образующихся сточных вод снижается не менее, чем в 2,4 раза.

Таким образом, применение разработанной комбинированной загрузки позволяет не только комплексно очищать воду до уровня, ниже существующих требований по таким показателям, как содержание железа, жесткости, марганца, алюминия, аммония, гуминовых веществ, но и существенно улучшить технико-экономические показатели процесса очистки воды и снизить уровень его экологического риска.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИТЬЕВЫХ ФИЛЬТРАХ ИОДИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНИСТЫХ АНИОНИТОВ ФИБАН

Поликарпов А.П., Белоцерковская Т.Н., Шункевич А.А.

Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

Качество питьевой воды, поступающей из систем централизованного водоснабжения, а также колонок и колодцев, не всегда соответствует нормам национальных стандартов и рекомендациям Всемирной организации здравоохранения. Бытовые водоочистные устройства (БВУ) способны существенно улучшить качество питьевой воды в домашних условиях: удалить или значительно снизить содержание в воде ионов тяжелых металлов, хлора и хлорорганических соединений. Поэтому основными компонентами картриджей БВУ являются активированный уголь и катионообменные фильтры материалы. Волокнистые катиониты ФИБАН К-4 и ФИБАН Х-1, разработанные и выпускаемые в Институт, обеспечивают нужную степень очистки от катионов тяжелых и цветных металлов, а благодаря высокой скорости ионообменных процессов, позволяют осуществлять очистку при толщине фильтрующего слоя 2-6 см.

Ресурс картриджа - количество очищенной воды до его замены, а также скорость фильтрации воды определяются количеством компонентов в картридже. Проведенные исследования динамической емкости волокнистых катионитов ФИБАН Х-1 и ФИБАН К-4 и известные характеристики активированных углей позволили установить, что 5-6 г волокнистого катионита и 35-40 г активированного угля обеспечивают ресурс картриджа 400 л.

Важным качеством БВУ является способность обеззараживать воду, а также обогащать воду йодом, что актуально для профилактики заболеваний щитовидной железы для населения Беларуси и других районов, потребляющих воду бедную йодом.

Нами проводился подбор оптимального качественного и количественного состава картриджа и исследовалась кинетика вымывания йода из иодированных материалов при фильтрации воды через картридж. Концентрацию йода в пробах профильтрованной воды, отобранных через 5, 10, 20 литров на протяжении всего ресурса картриджа, определяли с помощью йодселективного электрода. В качестве бактерицидных материалов использовали иодированные волокнистые аниониты ФИБАН АК-22, ФИБАН А-6 и ФИБАН А-1, которые должны обеззараживать фильтруемую воду, препятствовать накоплению микроорганизмов в самом картридже и обогащать отфильтрованную воду йодом. Указанные волокнистые материалы получали по разработанной в Институте технологии на основе промышленно-производимого волокна нитрон Д (ФИБАН АК-22 и ФИБАН А-6) и модифицированного радиационной при-

вливкой сополимера стирола с дивинилбензолом полипропиленового волокна с последующим хлорметилированием и аминированием триметиламином (ФИБАН К-1). ФИБАН АК-22 является слабоосновным волокном, а ФИБАН А-6 и ФИБАН А-1 - сильноосновные волокна с обменной емкостью по сильным основным группам около 2-2,5 мг-экв/г (ФИБАН А-6 содержит и слабоосновные группы). Иодирование штапельных волокон или нетканых материалов ФИБАН проводили из растворов йода и иодистого калия. Степень иодирования ФИБАН задавали концентрацией иодирующего раствора и временем обработки.

Показано, что концентрация йода в воде, пропущенной через картридж с иодированным анионитом, определяется степенью его иодирования. Установлено, что природа анионита, использованного для получения иодированного материала, существенно сказывается на характере вымывания йода из картриджа, а значит, будет оказывать влияние на обеззараживающие свойства картриджа и степень иодирования профильтрованной воды. Картриджи, в которых в качестве матрицы для иодирования применялось слабоосновное волокно ФИБАН АК-22, характеризуются неравномерным вымыванием йода с максимальным его содержанием после пропускания через картридж 30 л воды ~10 мг/л. А после пропускания 200 л содержание йода составляет 0,4 мг/л. Это означает, что часть воды при ресурсе 400 л, очищаемой с использованием этих картриджей, не будет подвергаться обеззараживанию. Оказалось, что аналогичной кинетикой вымывания йода характеризуется и картридж, оснащенный иодированным волокном ФИБАН А-6. Снижение степени иодирования волокон приводит лишь к уменьшению концентрации йода в фильтруемой воде.

Иодированный анионит ФИБАН А-1 ~1г обеспечивает достаточно равномерное поступление йода в очищаемую воду: максимальная концентрация йода 2,8 мг/л, а после пропускания 400 л воды концентрация йода составляет 1,3 г/л. Применение этого материала позволяет получить больше иодированной воды.

Таким образом, подбором анионитов и варьированием степени их иодирования можно изменять концентрацию йода в воде в значительных пределах, обеспечивая как уничтожение бактерий и вирусов в воде, так и профилактику заболеваний щитовидной железы. Исследованные картриджи прошли гигиенические и токсикологические испытания и используются в БВУ "Крынічка" и "Крынічка М".

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Юстратов В.П., Соловьева Ю.В.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово, Россия

Активные угли (АУ), благодаря своей универсальности, занимают ведущее место среди адсорбентов. Во многих отраслях промышленности требуются АУ со специфическими свойствами, обусловленными наличием различных поверхностных функциональных групп.

Настоящая работа выполнена с целью получения азотсодержащих модифицированных активных углей и исследования их свойств.

Ранее была показана принципиальная возможность модифицирования углеродных материалов с использованием капролактама. Для исследования был взят промышленный активный уголь марки АГ-ОВ-1 (АО "Сорбент", г. Пермь). Для модифицирования поверхности использовался капролактam (КЛ).

Процесс получения МАУ поэтапно можно представить следующим образом:

АУ >адсорбция КЛ >прогрев до 250°C.

Для исходных и полученных образцов были исследованы объемное содержание азота, параметры пористой структуры и проведено дериватографическое исследование.

Адсорбционная активность, полученных азотсодержащих модифицированных активных углей и исходного

АУ определялось по отношению к иоду, бензолу и капролактаму.

Полученные образцы имеют менее развитую пористую структуру с полимерными образованиями на поверхности, а сорбционная активность по отношению ко всем из перечисленных химических соединений ниже, чем у исходного АУ.

Исследование химических особенностей поверхности модифицированных сорбентов (повышенное содержание азот- и кислородсодержащих групп) показало возможность их использования для извлечения тяжелых металлов, склонных к комплексообразованию и ионному обмену. Поэтому были проведены исследования возможности применения модифицированного активного угля для доочистки стоков гальванического производства Кемеровского электромеханического завода, содержащих ионы Cu^{2+} ($1,25 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³), Cd^{2+} ($7,11 \cdot 10^{-8}$ моль/дм³) и Pb^{2+} ($3,76 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³).

По результатам исследования была разработана технологическая схема доочистки стоков данного производства от ионов тяжелых металлов.

Проведенные исследования показали перспективность данного метода получения модифицированного активного угля.

ПОЛУЧЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ГИДРОКСОАЛЮМИНАТА НАТРИЯ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССАХ ОСВЕЩЕНИЯ ВОДЫ

Гомеля Н.Д., Красильникова Т.Н.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

В современных технологиях очистки воды и переработки осадков широко используют алюминиевые коагулянты. Основные соли алюминия, по сравнению с широко применяемым сульфатом алюминия, имеют ряд существенных преимуществ: эффективнее осветляют воду при равных дозах, обеспечивают хлопьеобразование в широком диапазоне pH воды, практически не снижают pH и щелочной резерв воды, эффективно коагулируют при низких температурах.

Нами разработан метод получения гидроксохлоридов из доступного гидроксоалюмината натрия. Метод основан на переводе гидроксоалюмината натрия в нерастворимые в воде гидроксоалюминаты щелочноземельных металлов, которые при взаимодействии с раствором соляной кислоты превращаются в гидроксохлориды алюминия. При этом при использовании гидроксоалюмината магния в основном получается 1/3 гидроксохлорид алюминия, а в случае гидроксоалюмината кальция - 2/3 гидроксохлорид алюминия.

Наряду с полученными гидроксохлоридами алюминия в исследовании были использованы 5/6 гидроксохлорид алюминия, полученный из металлического алюминия, сульфат алюминия и алюминат натрия, а также коагулянт "Аква-аурат[®] 30" московского предприятия ОАО "Аурат".

Для исследования эффективности полученных коагулянтов была использована днепровская вода, которая характеризуется очень низкой мутностью (от 3 до 30 мг/дм³) и сравнительно высокой цветностью (от 60 до 200 градусов). Исследуемая партия воды характеризовалась низкими значениями как исходной мутности

(5 мг/дм³) так и цветности (66 град.). поэтому вода очень легко осветляется даже без применения реагентов. Ее мутность после отстаивания снижается до 1 мг/дм³, а после фильтрования убирается полностью.

Синтезированные коагулянты были использованы и при осветлении днепровской воды с исходной мутностью 28 мг/дм³, цветностью 200 градусов. В этом случае при отстаивании мутность снижается незначительно. Эффективность процесса увеличивается, если воду дополнительно пропускать через фильтр.

Эффективность коагулянтов также была исследована на модельных суспензиях бентонита и каолина в водопроводной воде. При осветлении суспензии бентонита реагенты добавлялись в дозах от 2 до 30 мг/дм³. При фильтровании наблюдалось полное осветление воды, независимо от типа и дозы коагулянта. Значительно сложнее была проблема осветления суспензии каолина в водопроводной воде. Данная суспензия имеет высокую оптическую плотность, и при концентрации 100 мг/дм³ мутность составляет 285 мг/дм³ (по SiO₂). Установлено, что эффективность осветления суспензии отстаиванием увеличивается с увеличением дозы коагулянта. При доочистке суспензии каолина фильтрованием отмечено практически полное ее осветление. Такую высокую эффективность можно объяснить как влиянием коагулянта, так и достаточной грязеемкостью фильтра.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что разработанные гидроксохлориды 1/3 и 2/3 характеризуются высокой эффективностью при осветлении модельных суспензий и днепровской воды.

ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИЦИДНОЙ СМЕСИ В ПЕРЕНОСНЫХ ФИЛЬТРАХ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Гутенев В.В.

Российская академия государственных служащих при президенте РФ, Москва, Россия

Денисов В.В., Чумакова В.Н.

Новочеркасская государственная мелиоративная академия, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Денисова И.А.

Новочеркасское высшее военное командное училище связи, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Для первоочередного обеспечения пострадавшего населения питьевой водой подключаются специальные подразделения МЧС РФ, а также МО РФ. И те, и другие используют типовое оборудование, включающее в себя, в частности переносные средства водоочистки. Обладая относительно небольшими размерами, они доставляются на место использования, и после развертывания работают в стационарном режиме. Подавляющее большинство переносных средств водоочистки не имеют в штате бактерицидных препаратов длительного действия. Это обстоятельство, препятствуя созданию запасов защищенной от внешнего бактериального загрязнения воды, может быть причиной распространения водных инфекций.

Нами рассмотрена целесообразность применения бактерицидной медно-серебряной смеси длительного действия в наиболее распространенных в практике МЧС и МО РФ переносных средствах водоснабжения: ТУФ-200, ПФ-200, ПВУ-300, НФ-30 и НФ-45 (цифра соответствует производительности фильтра, л/ч).

Время работы фильтров на носимом количестве реагентов и сорбентов составляет в зависимости от состава очищаемой воды 50 ч 100 ч. Требуемое количество разработанной нами бактерицидной смеси на обеспечение работы, например, фильтра ПФ-200 в течение 1 часа составит 0,25 г (сульфатная смесь) или 0,38 г (нитратная смесь), в течение штатного времени эксплуатации (100 ч) - 250 г и 380 г соответственно.

Рекомендуемый расход сухой бактерицидной смеси составит для ПВУ-300 - 0,39 г/ч (сульфатная смесь) или 0,57 г/ч (нитратная смесь). Расход смеси на весь срок до замены фильтрующих элементов составит для НФ-30 - 8 г сульфатной смеси или 12 г нитратной; для НФ-45 соответственно в 1,5 раза больше.

Введение бактерицидной смеси в таких небольших дозах не усложнит транспортировку указанных средств и в то же время обеспечит очищенной воде длительную антибактериальную устойчивость, что особенно важно в полевых условиях в жаркое время года.

ПРИМЕНЕНИЕ В ГУП "ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА" АЭРОЗОЛЕЙ АНОЛИТА, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ АЭРОЗОЛЬНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ "МАГ"

Амеличкин С.Г., Яковлев Ю.Н., Медведев А.Н.

Петербургский государственный университет путей сообщения, С.Петербург, Россия

Начиная с 1998 года кафедрой ВиВ ПГУПС и НПО "ЭХА-МАГ" на сооружениях ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" проводились исследования, и отработывались технология и аппаратура для аэрозольной дезинфекции трубопроводов, РЧВ, водонапорных башен, фильтров и других сооружений водопровода.

На основе выполненных исследований разработаны технологии аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений и оборудование для проведения работ.

Технология аэрозольной дезинфекции имеет гигиенические сертификаты и патент. Получено свидетельство о государственной регистрации аэрозоля анолита как нового дезинфектанта № 77.99.28.2.У.5222.5.05 от 17.05.2005 г.

Разработан типоряд методов и оборудования применительно к виду и объему (габариту) сооружения.

Аэрозольная технология основана на создании активного мелкодисперсного облака, в виде холодного тумана, который заполняет весь объем сооружения и подавляет вредную микрофлору не только на поверхности объекта, но и на всех предметах находящихся внутри него, и также saniрует воздушную среду.

Разработаны и изготавливаются аэрозольные установки "МАГ", которые ускоряют частицы электрохимически активированных растворов до 180 м/с, превращая их в мелкодисперсную фазу (от 5 до 50 мкм), имеющую вид тумана. Продолжительность "состояния тумана" находится в пределах от 20 мин. до 1,5 ч., в зависимости от

объема сооружения, степени его герметизации, температурно-влажностных характеристик и т.д. Получив в результате распыления дополнительный энергетический импульс, ЭХА растворы в виде аэрозоля деформируют оболочку микроба значительно быстрее (по меньшей мере - на порядок) и вступают в активное взаимодействие с содержимым микробной клетки. Таким образом, впервые появилась возможность одновременно дезинфицировать не только все поверхности в замкнутой емкости, но и предметы находящиеся внутри ее.

В настоящее время в ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" аэрозоль анолита нашла широкое применение в различных областях таких как:

1. Охрана труда и промышленная безопасность при работе персонала на канализационных сетях; обеззараживание рабочей одежды, инструментов; дезинфекция помещений.
2. Дезинфекция резервуаров чистой воды при плановой промывке и при неблагоприятных санитарно-эпидемиологической обстановке. Оснащение проектируемых и существующих РЧВ системой аэрозольной дезинфекции.
3. Дезинфекция помещений на канализационных очистных сооружениях с применением аэрозольного генератора "МАГ-2".
4. Аэрозольная дезинфекция трубопроводов после ремонтных и аварийных работ при помощи аэрозольного генератора "МАГ-1".

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БИООБРАСТАНИЯМИ НА ПОВЕРХНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Менча М.Н.

Коммунальное унитарное многоотраслевое предприятие жилищно-коммунального хозяйства
"Барановичское городское ЖКХ", Барановичи, Республика Беларусь

Среди традиционных методов борьбы с биологическими обрастаниями, кроме предупредительных мероприятий существенное место занимает химическая защита, основанная на применении дезинфектантов, оказывающих губительное воздействие на микрофлору питьевой воды, или химических соединений, препятствующих прикреплению клеток микроорганизмов к поверхностям оборудования системы водоснабжения.

Изучено воздействие на микрофлору подземных вод и биоценозы обрастаний хлорсодержащих реагентов - гипохлорита натрия (в концентрациях 0,5; 1,5; 3,0 и 4,5 мг/дм³) и диоксида хлора (0,005; 0,01; 0,05 и 0,1 мг/дм³), а также низко токсичных препаратов на основе перекиси водорода (ALTHOSAN KPO, PEROXID ALTHOSAN KPS, в концентрациях 0,025; 0,05; 0,1 и 0,15 %) и полигуанидинов ("Биопаг" - 0,025; 0,05; 0,1 и 0,15 мг/дм³). В качестве модельных объектов биообрастания были использованы стальные пластины.

Эффективное бактерицидное действие гипохлорита натрия наблюдается при концентрации (по активному хлору) 3 мг/дм³, а полная гибель тест-организмов обеспечивается в течение первого часа эксперимента. Диоксид хлора проявляет бактерицидные свойства через один час при концентрации 0,1 мг/дм³. Применение диоксида хлора в концентрациях 0,01 и 0,05 мг/л не обеспечивает полной гибели тест-организмов: в опытных вариантах через час после обработки им воды выявляется соответственно до 103 и 102 клеток в 1 мл культуральной жидкости. Хорошие дезинфицирующие свойства ALTHOSAN KPO установлены при всех исследованных концентрациях препарата. Оптимальна 0,05%-ная концентрация его, при которой в течение первого часа обеспечивается полная гибель микрофлоры. Препарат "Биопаг" в концентрации 0,1 мг/дм³ вызывает гибель всей микрофлоры обрастания в течение первого часа воздействия.

Установлено, что очистка поверхностей от биологических обрастаний наиболее эффективна при использовании хлорсодержащих соединений - гипохлорита натрия и диоксида хлора, которые уже за первый час об-

работки снижают количество биомассы обрастаний на 37 и 45% соответственно. С меньшей эффективностью сформированные биопленки обрастания разрушаются под воздействием "Биопага". В течение первого часа экспозиции количество биомассы обрастания в вариантах с препаратом снижается только на 2%. Максимальное количество ее (30-35%) удаляется с пластины только через 24 часа. Применение препаратов на основе перекиси водорода - PEROXID ALTHOSAN KPS и ALTHOSAN KPO - в течение часа позволяет удалить с пластин 8 и 26% биомассы обрастания, а за двое суток - соответственно 45 и 52%. Динамика формирования биообрастаний на пластинах, обработанных гипохлоритом натрия и диоксидом хлора, практически не отличается от таковой на не обработанных пластинах. Процесс формирования биообрастаний начинается через 1-3 часа, т.е. сразу после контакта поверхности стальной пластины с поступающими объемами питьевой воды, смывающими остатки дезинфектанта. Аналогичная зависимость установлена и для препарата ALTHOSAN KPO. Процесс накопления биомассы обрастаний начинается уже в течение первых суток экспозиции. Иная картина наблюдается при использовании для обработки исследуемой поверхности препаратов "Биопаг" и PEROXID ALTHOSAN KPS. В вариантах с "Биопагом" процесс интенсивного формирования биопленки обрастания на поверхности пластин начинается только через двое суток. Поверхность стальной пластины, обработанной препаратом PEROXID ALTHOSAN KPS, не подвергается биологическим обрастаниям в течение пяти суток.

Таким образом, для очистки поверхностей оборудования системы водоснабжения от биообрастаний необходимо применять хлорсодержащие соединения - гипохлорит натрия и диоксид хлора. Предупреждение формирования биологических обрастаний целесообразно осуществлять с помощью периодического и непрерывного применения препаратов на основе перекиси водорода с поверхностно-активными веществами - PEROXID ALTHOSAN KPS, а также с полигексаметиленгуанидинами - "Биопаг".

ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯНТА "АКВА-АУРАТ™30" ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Гетманцев С.В., Сычев А.В., Рашковский Г.Б.
ОАО "Аурат", Москва, Россия

Для питьевого водоснабжения на Крайнем Севере используется исключительно вода поверхностных источников. Наиболее характерная особенность северных рек - низкая температура воды. Для нормального протекания процесса коагуляционной очистки с использованием сульфата алюминия (СА) требуется повышать дозу коагулянта, а также подогревать воду минимум до 5°C, что увеличивает себестоимость очищенной воды. Важнейшим фактором, который следует учитывать при выборе коагулянтов для условий Крайнего Севера, являются транспортные и складские расходы. Значительные преимущества перед СА при транспортировке коагулянта на дальние расстояния имеет кристаллический полиоксихлорид алюминия "АКВА-АУРАТ™30", выпускаемый ОАО "Аурат" по ТУ 6-09-05-1456-96. Массовая доля оксида алюминия в этом коагулянте 30±3 %, т.е. почти в 2 раза выше, чем в СА, а оптимальная доза по оксиду алюминия в 1,5-2 раза ниже, чем при использовании СА. Таким образом, транспортные и складские расходы при замене СА на "АКВА-АУРАТ™30" снижаются в 3-4 раза. "АКВА-АУРАТ™30", в отличие от СА, практически не снижает свою технологическую активность при низкой температуре воды. Кроме того, "АКВА-АУРАТ™30" действует в более широком диапазоне рН, что немаловажно для северных водоисточников, имеющих, как правило, низкий щелочной резерв. При использовании коагулянта "АКВА-АУРАТ™30" гидролиз протекает с большей полнотой, обеспечивая снижение концентрации остаточного алюминия в питьевой воде.

Исследования, проведенные на холодной воде Анадырского региона, характеризующейся низким щелочным резервом и малой мутностью, показали, что опти-

мальная доза коагулянта "АКВА-АУРАТ™30" в сравнении с СА почти в 2 раза ниже. При этом "АКВА-АУРАТ™30" эффективно работает и на холодной воде (при 2°C), в то время как при использовании СА воду требуется подогревать. Использование коагулянта "АКВА-АУРАТ™30" обеспечивает более глубокую очистку воды по всем показателям (цветность, мутность, перманганатная окисляемость, остаточные концентрации железа и алюминия). Вдвое уменьшаются расход извести при подщелачивании, расход хлора при первичном хлорировании. Увеличивается эффективность осветления, в 1,3 раза возрастает скорость фильтрации.

Аналогичные результаты получены при коагуляционной обработке воды Норильского округа в лабораторных и промышленных условиях. Оптимальная доза коагулянта "АКВА-АУРАТ™30" по оксиду алюминия при очистке маломутной воды оказалась в 2 раза, а при очистке высокомутной воды (в период паводка) - в 3 раза меньше в сравнении с СА. При этом на очистных сооружениях обеспечивается получение очищенной воды, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ Р51232-978 (мутность не превышает 0,3 мг/л, концентрация остаточного алюминия менее 0,04 мг/л). При низкой мутности исходной воды "АКВА-АУРАТ™30" может использоваться без добавления флокулянтов. При обработке мутной воды флокулянты повышают эффективность коагуляционной очистки, причем предпочтительным является применение катионного флокулянта.

На основании результатов исследований усовершенствована схема водоподготовки на очистных сооружениях Норильского округа и осуществлен переход к промышленному использованию коагулянта "АКВА-АУРАТ™30" взамен СА.

ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ НА РОССИЙСКИХ ВОДОПРОВОДАХ

Гетманцев С.В.
ОАО "Аурат", Москва, Россия

Около 90% поверхностной и не менее 30% подземной воды подвергается обработке с удалением избыточных примесей. Поверхностная вода, в основном, проходит традиционную двухступенчатую очистку с отстаиванием и осветлением в слое взвешенного осадка и скорым фильтрованием; часть воды обрабатывается по одноступенчатой схеме на контактных осветлителях. Основным технологическим приемом удаления из воды грубодисперсных примесей, находящихся во взвешенном состоянии, и коллоидных органических загрязнений, присутствующих в воде в растворенном виде, является процесс коагуляции за счет введения в воду коагулянтов. В процессе коагуляционной очистки воды на 90-99% удаляются различные микробиологические загрязнения. Эффективность их удаления зависит от глубины очистки воды по мутности, цветности и перманганатной окисляемости. Важнейшей особенностью коагулирования является также то, что в зависимости от условий проведения процесса определяется эффективность дальнейшего осветления и очистки воды на сооружениях первой ступени и фильтровальных сооружениях, и в конечном итоге качество питьевой воды.

Из-за повышенного загрязнения водоисточников традиционно применяемые коагулянты стали в большинстве случаев недостаточно эффективным. Расширение номенклатуры реагентов и повышение их потребности в РФ и в мире на водоочистных станциях диктуется также и постоянным повышением требований к качеству питьевой воды. Качество воды нормируется отечественными документами (СанПиН 2.1.4.1074-01 и планируемым к выходу Федеральным законом - специальным техническим регламентом "О питьевой воды и питьевом водоснабжении"), а также зарубежными стандартами (в частности, "Директивой Совета Европейского Союза 98/83/ЕС по качеству воды, предназначенной для потребления человеком" и рекомендациями Всемирной организации здравоохранения).

В Европе и Японии для очистки природной воды до питьевого качества уже более 30 лет используется полиоксихлорид алюминия [в международной классификации - *polyaluminium chlorides* (PAC)]. Общеизвестны его преимущества по сравнению с другими реагентами: высокая скорость гидролиза; стабильность рабочих растворов; возможность использования при низких температурах; меньшие дозы и низкие остаточные концентрации алюминия; повышение эффекта осветления воды в широком интервале pH; увеличение фильтрацикла; улучшение показателя стабильности воды; повышенное обеззараживающее действие за счет более глубокой коагуляции примесей.

С переходом к рыночной экономики в России появилась возможность производства современных коагулянтов - полиоксихлоридов алюминия (ПОХА). Именно в это время значительный импульс получило развитие новых технологических схем и реагентов в водоочистке и водоотведении при подготовке и введении в действие СанПиН 2.1.4.559-96. С 1996 года началось применение жидкого полиоксихлорида алюминия "АКВА-АУРАТ™10" на МГУП "Мосводоканал". За 10 лет доля ПОХА в общем потреблении коагулянтов в Москве достигла 25-30%. С 2002г. началось использование кристаллического полиоксихлорида алюминия "АКВА-АУРАТ™30" на водоочистных станциях МУП "Ижводоканал" (г.Ижевск). К настоящему времени этот водоканал почти полностью перешел на применение ПОХА. Водоканал г.Набережные Челны в холодное время года переходит на очистку воды с использованием ПОХА. В настоящее время количество потребителей "АКВА-АУРАТ™10" превышает 300, в том числе еще не упомянутые водоочистные сооружения таких крупных городов, как Казань, Калининград, Нижнекамск, Новочеркасск, Ачинск, Владимир и др. Доля питьевой воды, очищенной ПОХА в России в настоящее время достигает 25%, и наблюдается тенденция к повышению. К 2010г. эта доля может достигнуть 50%.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Первов А.Г., Андрианов А.П.

Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Подземные воды на территории России часто характеризуются повышенным содержанием железа. В настоящее время известно множество методов обезжелезивания воды и технологических схем их реализации, из которых наиболее широко используются следующие: упрощенная аэрация с фильтрованием, глубокая аэрация с одно- и двухступенчатым фильтрованием, фильтрование через модифицированные загрузки, "сухая" фильтрация.

Обычная станция обезжелезивания работает, как правило, в режиме глубокой или реже упрощенной аэрации. Аэрация осуществляется на градирнях, вакуумно-эжекционных аппаратах или с помощью компрессоров (в безнапорном варианте - излив воды в карман фильтра). Затем вода подается на песчаные напорные и безнапорные фильтры (одно- или двухступенчатые), при высоком содержании железа дополнительно перед фильтрами ставят осветлители со слоем взвешенного осадка. Грязеемкость фильтров при использовании глубокой аэрации невысокая, нарушение процесса эксплуатации приводит к попаданию железа в фильтрат.

В небольших установках (производительностью до 1-2 м³/ч) широко используется метод фильтрования через модифицированную загрузку, в качестве которой используют дробленый пиролюзит, "BIRM", омарганцованный песок ("Greensand") и др. Последний способ обезжелезивания конструктивно прост и эффективен, но требует значительного расхода дорогостоящих реагентов, что делает его неэкономичным, особенно

гентов, что делает его неэкономичным, особенно при высоком содержании железа в исходной воде. Кроме того, при эксплуатации фильтров с омарганцованной загрузкой возможно попадание соединений марганца в очищенную воду.

Вместе с тем, в случаях, когда для перевода железа в трехвалентную форму достаточно аэрации подземной воды, в качестве последующей ступени фильтрации можно использовать мембраны. Используя ультрафильтрацию для обезжелезивания, можно добиться высокой степени очистки подземной воды от железа при любых его исходных концентрациях (при возможности его окисления) с одновременным обеззараживанием и осветлением воды. Благодаря огромной фильтрующей поверхности, заключенной в каждом мембранном аппарате, блочно-модульной конструкции мембранных установок и широкому применению пластмасс, можно значительно сократить металлоемкость, массу и площадь, занимаемую системой очистки воды, упростить ее транспортировку и монтаж, что особенно актуально для небольших объектов, где расход очищенной воды не превышает 100-200 м³/ч. Рабочее давление в ультрафильтрационных установках составляет 1-3 атм., потребление воды на промывку - 1,5-3%.

Для аэрации исходной воды используются компрессоры в сочетании с аэрационными колоннами, в которых происходит смешение воздуха с водой и образование гидроксида железа (III), для небольших установок - водовоздушные эжекторы, мини-воздуховки.



Рис. Внешний вид станции обезжелезивания производительностью 2000 м³/сутки (мембранные блоки с узлом промывки).

В описанных системах применяются рулонные мембранные аппараты собственного производства с улучшенными гидравлическими характеристиками. Их отличительные черты - увеличенная высота канала трактов исходной и фильтрованной воды, использование при намотке аппаратов коротких "пакетов" с открытыми каналами. Такая конструкция позволяет сократить потери напора и улучшить промывку мембранного элемента, повысить надежность его работы на водах с высоким содержанием взвешенных веществ.

Для технологической оценки работы ультрафильтрационных установок разработана экспериментальная методика, состоящая в определении закономерностей снижения производительности мембран в течение нескольких фильтроциклов и эффективности удаления загрязнений при гидравлических промывках. Полученные данные используются для определения оптимальных параметров работы установки на воде заданного состава.

ПРОБЛЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАПАХА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОЗИРОВАНИЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Кармазинов Ф.В., Кинебас А.К., Бекренев А.В., Русанова Л.П.

ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", С.-Петербург, Россия

Викторовский И.В., Кухарева Г.И., Чернова Е.Н.

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, С.-Петербург, Россия

Лобанов Ф.И., Баутинов А.К.

ООО "Дегусса Евразия", Москва, Россия

Выполнены исследования изменения видового и количественного состава фитопланктона в воде р. Невы, отбиравшейся на водозаборах водопроводных станций Санкт-Петербурга в период с 11 мая по 1 сентября 2004 г. В составе фитопланктона было обнаружено 84 вида водорослей, принадлежащих к 8 отделам, из них: Cyanophyta - 10, Cryptophyta - 5, Dinophyta - 7, Chryso-phyta - 7, Bacillariophyta -23, Xanthophyta - 1, Eugleno-phyta - 5, Chlorophyta - 26. В период появления запаха в воде р. Невы на видовом уровне на водозаборах всех станциях монодоминантом являлась колониальная водоросль *Coenococcus planctonicus*.

Установлено, что запах, возникающий в летний период в воде р. Невы, обусловлен развитием фитопланктона (предположительно, виды *Coenococcus planctonicus*, отдел зеленые водоросли, *Gomphosphaeria lacustris* и *Snowella rosea*, отдел сине-зеленых). Запах воды на невых водозаборах формирует присутствие 2-метилизоборнеола и 1-изопропил-2-метоксипиразина, образующихся в результате деградации планктонного сообщества. Помимо этих веществ в период появления запаха в невых воде наблюдается также присутствие геосмина (Табл.).

Таблица. Результаты оценки содержания соединений-одорантов, ответственных за появление запаха, в пробах воды

Дата пробо-отбора	Место пробо-отбора	Содержание соединения в пробе (нг/л)				
		2-Метил-изоборнеол	Геосмин	Изомер геосмина	1-Изопропил-2-метокси-пиразин	Суммарно
16.06.04	Исток р.Нева	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
16.06.04	ГВС	1,6	0,8	0,4	8,4	11,2
16.06.04	ВВС	0,8	< 0,1	< 0,1	1,0	1,8
16.06.04	ЮВС	8,8	0,7	0,4	7,0	16,9
5.07.04	Исток р.Нева	8,0	1,1	0,6	14,8	24,5
12.07.04	Исток р.Нева	0,4	0,5	0,2	5,0	6,1
12.07.04	ГВС	0,5	0,2	0,2	3,8	4,7
19.07.04	Исток р.Нева	1,5	0,6	0,3	0,2	2,7

Эффективное удаление веществ-одорантов и токсичных веществ, образующихся вследствие разложения фитопланктона, возможно сорбционным методом путем дозирования в сырую воду порошкообразных активированных углей. Дозирование ПАУ в условиях одноступенной схемы очистки воды (с использованием контактных осветлителей) не приводит к изменению мутности фильтрата и сокращению фильтроцикла. Ввод ПАУ приблизительно на 10 % снижает содержание в очищаемой воде остаточного хлора, что обуславливает увеличение дозы реагентов, используемых для обеззараживания.

Проведена опытно-промышленная эксплуатация системы дозирования ПАУ производства фирмы Alldos (Германия) на первом подъеме Волковской водопро-

водной станции Санкт-Петербурга. Установлена целесообразность использования метода сорбции на ПАУ путем их дозирования в сырую воду первых подъемов водопроводных станций с дозами от 1 до 7 мг/дм³ для удаления одорантов, нефтепродуктов и снижения перманганатной окисляемости воды. Установлено эффективное снижение содержания нефтепродуктов в очищенной воде; также обеспечивается дополнительный эффект по снижению перманганатной окисляемости воды, достигаемый при проведении процессов коагуляции и фильтрации.

Исследована возможность применения для удаления одорантов из невых воды, снижения содержания нефтепродуктов и перманганатной окисляемости сле-

дующих видов ПАУ и углеродных сорбентов: ОУ-А, Hydraffin SC 14 FF, Carboral MB 4, Углеродная смесь высокой реакционной способности (УСВР), Эбадайя 5LPD, Эбадайя LG10S, Эбадайя LG20S, Hydraffin SC11FF, Silcarbon CW20, Silcarbon TH90G.

Технологическая операция дозирования ПАУ в целях удаления запаха в обрабатываемой воде, снижения содержания нефтепродуктов и перманганатной окисляемости в 2006 году будет внедрена на всех водопроводных станциях Санкт-Петербурга.

ПРОВЕРКА НОВОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ В КРУГЛЫХ ТРУБАХ СОПОСТАВЛЕНИЕМ РАСЧЕТНЫХ И ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Высоцкий Л.И.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия

Работоспособность формулы, предложенной автором для расчета распределения осредненных скоростей в круглых трубах была проверена путем сопоставления расчетных и опытных данных наиболее известных исследователей И.И. Никурадзе, А.Д. Альтшуля, Ф.Н. Шевелева и других. Результаты сопоставления расчетных и опытных данных оказались в достаточно хорошем согласии.

Были использованы все известные опубликованные данные И.И. Никурадзе, а из новейших, - Загаролло и Остерлунда.

Опытные данные охватывают широкий диапазон изменения основных параметров потоков в трубах как по размерам их диаметров, по диапазону изменения чисел Рейнольдса, по плотности жидкостей и газа, коэффициенту кинематической вязкости, степени относительной шероховатости.

Наиболее известными результатами являются данные И. Никурадзе, которые до сих пор считаются клас-

сическими, хотя и были подвергнуты справедливой критике из-за попытки определения скорости вблизи стенок специальным пересчетом и применением других искусственных приемов. Обширные данные получены Ф.Н. Шевелевым на трубах при пропуске воды и воздуха. В последнее время появились публикации о результатах высокоточных измерений распределения осредненных скоростей в трубах (Загаролло) и в пограничном слое на пластине (Остерлунд).

По мнению Загаролло его опытные данные соответствуют гладким трубам. Расчетные и опытные данные находятся в хорошем согласии как применительно к данным Никурадзе для гладких и шероховатых труб, так и данных Загаролло, причем оказалось, что при очень больших числах Рейнольдса его труба находилась в докватричной зоне сопротивления.

Использование данных Остерлунда требует введения поправочных функций для учета влияния трансверсальной компоненты скорости.

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПОДАВАЕМОЙ НАСЕЛЕНИЮ ДОНСКИМИ ВОДОПРОВОДАМИ

Линевич С.Н., Силаева Е.П.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Колесник М.Г., Бреус С.А.

МУП "Горводоканал", Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Река Дон является основным источником водохозяйственного комплекса Ростовской области ЮФО.

За последние 20-25 лет заметно ухудшился химический состав и санитарно-бактериологическое состояние воды в Дону. Наиболее характерными загрязнениями для донской воды сегодня являются: нитриты и азот аммонийный, различные виды трудно окисляемых органических соединений, ионы тяжелых металлов, нефтепродукты, фенол. В донской воде, особенно в летний период, обнаруживаются культуры холероподобных, дизентерийные вибрионы, вирусы гепатита "А" и др.

Существующие однотипные водоочистные комплексы на донских водопроводах были построены 70-80 лет назад и в настоящее время не в состоянии обеспечить необходимое качество донской воды, используемой для хозяйственно-питьевых и других целей. На всех донских водопроводах очистка и обеззараживание воды осуществляется по двухступенной технологической схеме: предварительная коагуляция, отстаивание, фильтрация и двойное хлорирование.

Анализ состояния коммунального водоснабжения в Ростовской области свидетельствует о необходимости существенного улучшения качества и увеличения количества подаваемой населению водопроводной воды. В связи с этим нами ведутся изыскания и исследования по разрешению указанных выше проблем в условиях безостановочного режима действия водопроводов. Базовым донским водопроводом для проведения экспериментально-производственных исследований был выбран Новочеркасский городской водопровод.

На основании результатов ряда выполненных исследований было предложено.

Заменить использование при коагуляционной обработке донской воды сернокислого алюминия и полиакри-

ламида на один более эффективный и экономичный коагулянт - полиоксихлорид алюминия, что уже внедряется на Новочеркасском и ряде других донских водопроводах.

На ряде водопроводов технико-экономически оправдан переход от двухступенной технологии очистки и обеззараживания донской воды на одноступенную технологию: контактная коагуляция с фильтрацией на контактных фильтрах с обеззараживанием комбинированным способом (озонирование-хлорирование, озонирование - олигодинамия). Переход на одноступенную технологию водообработки позволит высвободить сравнительно большие емкости - горизонтальные отстойники или осветлители под устройство дополнительных контактных фильтров и резервуаров чистой воды и позволит увеличить производительность и надежность водоочистной станции и водопровода в целом.

Разработана и предложена усовершенствованная конструкция контактного, 2-х слойного фильтра с использованием в качестве фильтрующих материалов обычный кварцевый песок и новый, сорбционно-фильтрующий материал "ОДМ-2Ф". Последнее позволит повысить скорость фильтрации по сравнению с обычными скорыми фильтрами на 4-5м/ч и значительно улучшить качество водопроводной воды за счет использования ОДМ-2Ф (патент №238787 от 27.10.2004г.). Предложенная усовершенствованная конструкция контактного фильтра внедряется на Новочеркасском городском центральном водопроводе.

Как показали расчеты внедрение указанных выше мер на Донских водопроводах позволит обеспечить соответствие качества водопроводной воды требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, увеличить количество подаваемой водопроводной воды населению на 30-35% и значительно повысить надежность водоснабжения в Ростовской области.

РАЗРАБОТКА ОЗОНО-ОСМО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Свердликов А.А., Коптев В.С., Хаханов С.А., Давлятерова Р.А.
ФГУП НИИ ВОДГЕО, Москва, Россия

Ткаченко С.Н., Ткаченко И.С., Лунин В.В., Гайдомака С.Н.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Тумасов П.В., Пузенков Е.М.

ОАО "Вимм - Билль - Данн Продукты Питания", Москва, Россия

В основном, первые попытки использования озона в технике водоподготовки были направлены на обеззараживание воды. В последние десятилетия получила развитие иная тенденция - использование озонирования, как метода, повышающего степень устранения различного рода загрязнений на последующих этапах обработки воды. Повышение барьерной роли очистных сооружений и увеличение надежности очистки возможно путем дополнения традиционного способа водоподготовки - озонирования другими методами очистки, например, с фильтрацией на различных типах загрузки, в сочетании с сорбцией на углеродных сорбентах и мембранными методами очистки воды.

Озоно-сорбционная обработка воды позволяет извлекать из нее высокотоксичные антропогенные загрязнения различных классов с эффективностью до 90-99%.

Большое практическое значение имеет решение проблемы очистки артезианских вод для нужд предприятий пищевой промышленности. Одним из молочных комбинатов г. Москвы была поставлена задача по разработке технологии водоподготовки артезианской воды для промышленных и хозяйственно-питьевых нужд.

Настоящая технология водоподготовки артезианской воды из скважин на территории молочного комбината в контейнерном исполнении разработана ЗАО "ДАР/ВОДГЕО" по результатам исследований Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, ФГУП "НИИ ВОДГЕО", при участии ООО "НТПО ОСМО", ООО НПВ "ТИМИС".

Молочный комбинат в качестве источника водоснабжения, в настоящее время, использует воду московского городского водопровода в количестве 10-12 тыс. м³/год.

Вода скважины №1 превышает требования СанПиН по содержанию стронция - 1,87 ПДК и фторидов - 3,53 ПДК; скважины №2 по содержанию железа - 2 ПДК, стронция - 1,03 ПДК, фторидов - 2,7 ПДК, цветности - 1,7 ПДК.

Вода скважины №3 не удовлетворяет требованиям СанПиН по содержанию железа (4 ПДК), мутности (1,23 ПДК), цветности (3,4 ПДК).

Для решения поставленной задачи, разработана технология очистки воды, которая позволила получить требуемое качество очищенной воды, которая обеспечит быструю окупаемость станции очистки воды, а также снизить расходы на обеспечение комбината водой.

В разработанной технологии очистка воды осуществляется по 2-м потокам:

- I поток объединяет воду из скважин №1 и №2 в количестве 3900 м³/сут с повышенным содержанием железа, фторидов и цветности. Такая вода проходит стадию обезжелезивания, которая включает в себя озонирование и осветление на фильтрах с зернистой загрузкой и далее сбор в резервуарах чистой воды.
- II поток - вода от скважины №3 с повышенным содержанием фторидов и стронция в количестве 2800 м³/сут проходит через сетчатые фильтры для задержания грубодисперсных примесей и далее на установке обратного осмоса очищается от ионов жесткости, стронция, фторидов, после чего поступает в резервуар чистой воды.

Для обеспечения требуемой концентрации озона используются три озонатора, производительностью 100 г/час. Воздух для подачи на озонатор берется от заводского воздухопровода. Для подготовки, осушки и увеличения концентрации кислорода в воздухе, подаваемом на озонаторы, перед озонаторами установлен генератор кислорода. Озонаторы оснащены системой автоматизации. Охлаждение озонаторов осуществляется холодной водой, которая сбрасывается в реактор озонирования. Смешение озона с водой осуществляется в эжекторах. После чего озоно-водная смесь поступает в контактную камеру - реактор озонирования, представляющий собой емкость изготовленную из нержавеющей стали разделенной перегородкой на 2 части - камеры реакции и дегазации. Из реактора озонированная вода подается на напорные фильтры с зернистой загрузкой, на которых происходит очистка от мутности и окисленного железа. В случае необходимости предусмотрены фильтры с углеродными волокнистыми сорбентами для дополнительной очистки, в том числе от возможных продуктов озонлиза. Затем очищенная вода, с содержанием железа (< 0,3 мг/л), мутности (< 1,5 мг/л) и цветности (< 20 град.) подается в резервуары чистой воды.

Вода от скважины с высоким содержанием фтора и стронция и низким содержанием железа проходит очистку на установках обратного осмоса. В состав обратноосмотической установки входит приемная емкость, фильтр грубой очистки, фильтр с углеволокнистым сорбентом (УВС), насос высокого давления,

мембранный модуль и система химической регенерации мембран.

При отключении скважины № например, на ремонт или замену насосов, часть воды потока I после озонирования и напорных фильтров поступает в голову технологической схемы II потока.

Фильтры с углеродным волокнистым сорбентом размещены перед обратноосмотической очисткой для защиты мембран от органических веществ, а также от возможных продуктов озонлиза и остаточной концентрации озона.

Часть воды, очищенной на установке обратного осмоса, поступает в котельную, а оставшаяся часть - в резервуары чистой воды, где происходит смешивание с водой после фильтров обезжелезивания.

Для дополнительного обеззараживания с пролонгированным действием вода перед подачей ее потребителям обрабатывается на станции обеззараживания минимальными количествами диоксида хлора.

В результате смешения двух потоков качество очищенной воды соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

ВЫВОД:

Таким образом, в результате разработана озон-осмо-сорбционная технология подготовки артезианской воды, позволяющая селективно очищать воду разного качества различными методами в зависимости от глубины скважин. Технология обеспечивает высокое качество воды в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".

РАЗРАБОТКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОЗАБОРНОЙ СКВАЖИНЫ

Гуринович А.Д., Лис И.П.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Известные недостатки традиционного проектирования (недостаточный научный уровень обоснования проектных решений, преобладание интуитивных подходов) - определяют невысокое качество проектной документации. Необоснованность выбора приводит к росту затрат на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Целью является разработка методики, позволяющей определить оптимальную конструкцию водозаборной скважины. Критерием оптимальности выступает стоимость строительства и эксплуатации скважины. Она определяется с учетом дисконтирования. Технические характеристики должны соответствовать требованиям СНиП.

Исходными данными являются гидрогеологические разрезы поверхности, сортамент диаметров водонапорных труб, а также прямые затраты строительства, определяемые по ресурсно-сметным ценам и фактической стоимостью материалов. На их основании строится

экономико-математическая модель, учитывающая капитальные затраты, расходы на обслуживание, ремонт. Для ее реализации можно использовать различные методы однокритериальной оптимизации. Рассмотрены различные пакеты прикладных программ, их возможности и особенности программ. На основании исходных данных однозначно определяются оптимизируемые параметры. Работа позволяет автоматически определить стоимость, выступающей основанием для определения размера инвестиций. Однозначно определяется понятие жизненного цикла водозаборной скважины и сопровождающие его затраты.

Простота и удобство всей расчетной системы позволяют применить ее для расчетов стоимости строительства, определения договорной цены, размеров инвестиций. Проектирование может быть осуществлено непосредственно буровым предприятием.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ



Ерохин М.А., Какуркин Н.П.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Десятов А.В.

ФГУП "Центр Келдыша", Москва, Россия

При получении опресненной воды дистилляционным и обратноосмотическим методами возникает необходимость ее дополнительной минерализации в связи с низким содержанием в ней жизненно важных солей. Для выбора условий минерализации и определения расходов минерализующих растворов и солей нами разработана компьютерная программа pH-lab. Математическая основа программы представляет собой систему уравнений диссоциации кислот, оснований и комплексов, материального баланса и электронейтральности. Программа позволяет рассчитывать ионный состав и значения pH растворов известного солевого состава. Кроме того, она позволяет оценить возможность выпадения осадков карбоната кальция (в виде кальцита, арагонита и ватерита, отличающихся значениями произведения растворимости - ПР) и сульфата кальция (в виде гипса). Программа может быть также применена как обучающая в курсе аналитической химии для расчета кривых титрования различных кислот, солей и их смесей. Была проведена проверка программы на растворах известного солевого состава. Показана хорошая сходимость расчетных и экспериментальных данных.

Среди задач минерализации опресненной воды наиболее часто возникает необходимость в повышении концентрации в ней ионов Ca^{2+} и HCO_3^- . Одним из вариантов такой минерализации является использование раствора, полученного кислотным растворением карбонатнокальциевых материалов. Для прогнозирования результатов этого процесса нами на основе программы pH-lab разработана программа Aqua SPRING, которая позволяет рассчитывать равновесные ионный состав и pH воды после реакции растворов кислот с карбонатом кальция. В программе предусмотрены использование

серной, соляной и угольной кислот, выбор карбонатного материала для минерализации (кальцит, арагонит, ватерит) и типа системы (открытая или закрытая). Наличие функций зависимости констант диссоциаций и ПР от температуры позволяет проводить расчет при различных температурах.

Программа применена при проектировании участка минерализации на установке обратноосмотического опреснения воды Каспийского моря в г.Актау. По этой технологии часть опресненной воды (второй пермеат), подкисляется серной кислотой и пропускается через фильтры-кондиционеры, загруженные карбонатным песком, и затем смешивается с остальной частью второго пермеата. Согласно расчетным данным, проведение процесса минерализации описанным способом с получением питьевой воды требуемого качества, т.е. с концентрацией кальция не менее 30 мг/л и pH 8,00 - 8,30, возможно в ограниченном диапазоне - при использовании подкисленного пермеата с pH 2,5-3,2. Так, при использовании подкисленного пермеата с pH 3,20 можно получить продукционную воду с pH от 8,15 до 8,20 и содержанием ионов кальция соответственно от 34 до 30 мг/л. В этих условиях доля потока пермеата, направляемого на реакцию с CaCO_3 в продукционном потоке составит от 100 до 90%. Расчетные данные были подтверждены практически, при запуске участка минерализации на установке в г.Актау.

С использованием программы Aqua SPRING выполнена также оценка влияния температуры на показатели процесса. Найдено, что в интервале температур 10-40°C в условиях закрытой системы температура не оказывает существенного влияния на показатели минерализации. Расчетные данные были подтверждены практически.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБНАРУЖЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Кармазинов Ф.В., Махнев П.П., Бекренев А.В., Бакланов В.С.
ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", С.-Петербург, Россия

Холодкевич С.В., Иванов А.В., Донченко В.К., Куракин А.С., Корниенко Е.А., Федотов В.П.
Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, С.-Петербург, Россия

Вследствие значительного роста вероятности возможного загрязнения воды водоисточников вследствие техногенных аварий и катастроф требуется разработка и осуществление комплекса мер, обеспечивающих работу водопроводных станций в условиях поступления с забираемой сырой водой токсичных веществ. Его целью является защита населения от контакта с водой, содержащей опасные концентрации токсичных веществ, а также минимизация технического и экономического ущерба от чрезвычайной ситуации. В ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" разработана Система обеспечения безопасности водоснабжения в условиях обнаружения токсичных веществ (СОБВУОТВ) в воде водоисточника, действующая на водопроводных станциях Санкт-Петербурга. Система включает установленные на водозаборных со-

оружениях станции производственного биологического мониторинга качества воды водоисточника (СПБМКВ), действующие на основе метода вариационной пульсометрии раков и моллюсков, автоматические станции непрерывного экологического мониторинга (АСНЭМ-2), установки дозирования порошкообразных сорбентов для сорбционного удаления токсичных веществ из воды водозаборных сооружений водопроводных станций, организацию экспресс-анализа токсичных веществ на специальном оборудовании химико-бактериологическими лабораториями, экстренный отбор и анализ проб воды при обнаружении опасности загрязнения токсичными веществами воды, поступающей на водопроводную станцию в специализированных организациях. Схема действия СОБВУОТВ представлена на рис.

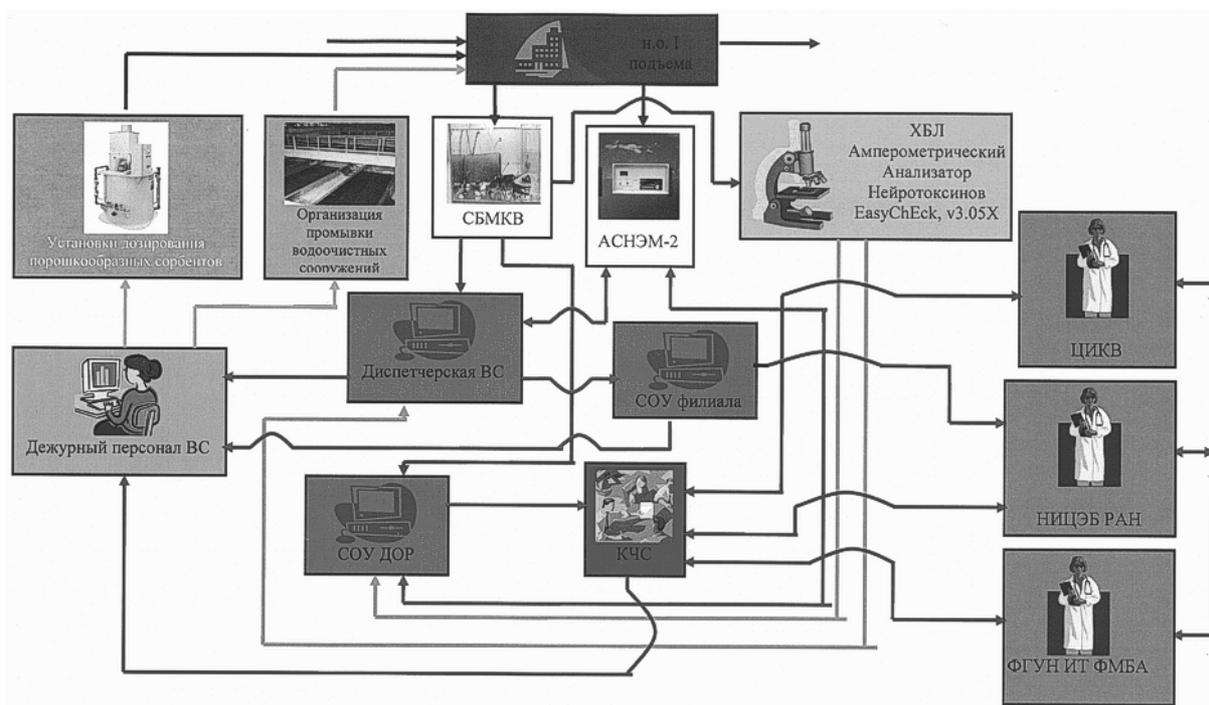


Рис. Схема системы обеспечения безопасности водоснабжения ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" в условиях обнаружения токсичных веществ.

Комплекс мер по обеспечению безопасного водоснабжения в условиях обнаружения токсичных веществ в воде водозаборных сооружений водопроводных станций ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", разработанный

совместно с Научно-исследовательским центром экологической безопасности РАН, ГУ "Институт токсикологии" и ЗАО "Центр исследования и контроля воды", включает:

- организацию системы непрерывной автоматической биоиндикации качества воды, как среды обитания, на основе метода вариационной пульсометрии раков и моллюсков,
- передачу в непрерывном режиме информации об изменении основных физико-химических параметров поступающей воды с посредством передачи информации от АСНЭМ-2 в автоматизированную систему контроля качества воды (АСККВ) водопроводной станции,
- реализацию Программы сорбционного удаления токсичных веществ из воды с использованием порошкообразных сорбентов,
- оснащение первых подъемов водопроводных станций системами дозирования порошкообразных сорбентов (в том числе, порошкообразных активированных углей, ПАУ, неорганических сорбентов и т.д.),
- оснащение химико-бактериологических лабораторий водопроводных станций аналитическим обо-

дованием для проведения полуколичественного экспресс-анализа токсичных веществ,

- организация системы экстренного отбора и анализа проб воды при обнаружении опасности загрязнения токсичными веществами воды, поступающей на водопроводную станцию в специализированных организациях (рассматривается организация экстренного выполнения аналитических работ в ЗАО "Центр исследования и контроля воды", Научно-исследовательском центре экологической безопасности РАН и в ГУ "Институт токсикологии").

Разработан Регламент работы водопроводных станций Санкт-Петербурга в условиях обнаружения токсичных веществ в воде водозаборных сооружений.

Разработанная и внедренная Система обеспечения безопасного водоснабжения в условиях обнаружения токсичных веществ в воде водозаборных сооружений водопроводных станций позволяет предотвратить опасность загрязнения водопроводной воды Санкт-Петербурга токсичными веществами.

РЕАБИЛИТАЦИЯ СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНОВ БОРЖОМИ-ХАРАГАУЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Гвахария В. Г., Мгалоблишвили З.И., Адамия Т.М.

Геологический институт им. А.И.Джанелидзе Академии наук Грузии, Тбилиси, Грузия

Габечавა Дж.Ш., Балахашвили А.Г., Беденашвили Г.Б., Гамбашидзе Г.О.

Научно-исследовательская фирма "ГАММА", Тбилиси, Грузия

Сложная экономическая и социальная ситуация, сложившаяся в Грузии в первой половине 90-ых годов XX века, тяжело отразилась также и на системах коммунального водоснабжения страны, в результате чего большая часть населения в течение длительного периода не получала годной к употреблению качественной питьевой воды.

В соответствии с межправительственным договором 2002 года между Грузией и Федеративной Республикой Германия, немецким банком KFW был financирован проект "Реабилитация систем коммунального водоснабжения районов Боржом-Харагаульского национального парка. Фаза I".

Программа проекта предусматривала реабилитацию систем коммунального водоснабжения шести районов, прилегающих к территории национального парка: Адигенского, Ахалцихского, Багдадского, Боржомского, Харагаульского и Хашурского. В частности, программа реабилитационных работ предусматривала конкретизацию и осуществление неотложных мероприятий по обеспечению населения районных центров качественной водой (минимум по 80 л/сут на душу населения).

Победу в объявленном тендере за право консультирования, проектирования и наблюдения над строительными работами одержал консорциум немецкой инженерной компании "Gauff Ingenieure" и грузинской научно-исследовательской фирмы "ГАММА".

В 2002-2003 годах консорциумом консультантов, была проведена оценка сложившейся ситуации в шести районных центрах и разработаны проекты реабилитационных работ.

В 004-2005 годах консорциумом консультантов осуществлялся надзор за строительными работами; параллельно был организован тренинг для персонала город-

ских систем водоснабжения с целью улучшения учета водопользователей и усовершенствования систем взимания платы за водопользование.

По проекту и под наблюдением консорциума консультантов были осуществлены следующие работы:

- Адигени. Восстановлено головное водозаборное сооружение, обустроены санитарные зоны, установлен магистральный водомер, проложено 2530 м магистрального водопровода.
- Ахалцихе. Заменено 9000 м магистрального водопровода. Построено новое дополнительное головное водозаборное сооружение и проложено 2000 м нового магистрального водопровода, смонтирована новая установка для хлорирования.
- Багдади. Проложено 1970 м нового водопровода, заменены магистральные задвижки, отремонтированы резервуары.
- Боржом. Построена новая фильтрационная станция, отремонтированы поврежденные участки магистрального водопровода, сеть магистрального водопровода оборудована новыми задвижками.
- Харагаули. Полностью заменены 10000 м магистрального водопровода. Городская водопроводная сеть оборудована новыми задвижками.
- Хашури. Отремонтировано здание насосной станции, установлены новые насосы немецкого производства. Городская водопроводная сеть оборудована новыми задвижками.

В результате осуществленных работ в районных центрах на 40-50 % возрос объем подаваемой воды; городская коммунальная сеть водоснабжения в настоящее время включает также городские районы, в течение многих лет лишённые подачи питьевой воды; на 70-80% повысилась оплата за водопользование.

РЕАГЕНТНАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ



Лагунцов Н.И., Нешименко Ю.П., Фартунин А.М.

Московский инженерно-физический институт, Москва, Россия

Круглов В.А., Одинцов А.А.

ОАО "Аквасервис", Москва, Россия

Как известно, с уменьшением температуры эффективность реагентной очистки воды падает. Весной, в период таяния снегов температура воды может опускаться до 20С. Целью данной работы являлось исследование работоспособности реагентов при пониженных температурах и возможности интенсификации процесса очистки. Представлены результаты экспериментального исследования процесса реагентной очистки воды от взвесей и нефтепродуктов при температурах $2 \div 17$ °С. В качестве реагентов использовались коагулянт - флокулянт АКФК и полимерный флокулянт ПРАЕСТОЛ.

Коагуляция находит широкое применение для очистки воды от малорастворимых примесей и нефтепродуктов. Для интенсификации процесса обычно добавляют флокулянты. С целью предотвращения взаимодействия эти компоненты вводят раздельно. Одним из эффективных препаратов является алюмокремниевый реагент АКФК. Это комплексный реагент содержит соединения алюминия, которые действуют в качестве коагулянта, и гидратированный диоксид кремния, выполняющий функции флокулянта и сорбента. При введении реагента в воду продукты гидролиза АКФК, сорбируясь на поверхности частиц загрязнителя, снижают потенциальный барьер между частицами и ускоряют процесс агрегации. Дополнительным флокулянтом является ПРАЕСТОЛ, который в сочетании с АКФК ускоряет процесс очистки. Согласно теории Смолуховского - Левича в режиме быстрой коагуляции характерное время процесса равно

$$\tau = (8\pi a R D n^0)^{-1}$$

где $a \leq 1$ - эффективность столкновений, R - радиус взаимодействия, D- эквивалентный коэффициент диффузии, n^0 - число частиц загрязнителя. Существуют следующие способы ускорения процесса очистки: увеличение величины D за счет турбулизации и увеличение либо за счет гидратации реагентов, либо за счет увеличения доз реагентов.

В качестве загрязнителей использовались глина и трансформаторное масло. Процесс очистки контролировался турбидиметрическим методом. Калибровка турбидиметра производилась на образцовых абразивных порошках с характерными размерами частиц $a_1=3\text{мкм}$, $a_2=7\text{мкм}$. Длина волны просвечиваемого излучения $\lambda \sim 0,5\text{мкм}$, концентрация остаточного масла регистрировалась с помощью фотоколориметра.

Измерения проводились в термостатированной вихревой камере, в которой возникает циркуляционное течение, в результате чего примесь многократно проходит через области с большим градиентом скорости. Таким способом исследовалось влияние гидродинамики на скорость процесса очистки.

Исследовалась степень очистки в зависимости от доз реагентов при различных температурах. Был проведен ряд экспериментов, условно разделенный на два этапа: первый - сравнение эффективности работы системы реагентов при разных температурах, второй - определение оптимальной концентрации реагентов в случае низких температур. Построены графики зависимости степени очистки от времени осаждения и доз реагентов.

Установлено, что турбулизация течения ускоряет процесс очистки, однако возможности этого метода ограничены вследствие роста эффекта разрушения флокул. Предварительная гидратация реагентов также ускоряет коагуляцию и флотацию

Наиболее эффективным способом компенсации замедления процесса при понижении температуры является увеличение дозы реагентов. Наилучшие результаты дает последовательное введение в воду реагентов: сначала АКФК, затем Праестол. Отобраны наиболее эффективные для очистки воды от нефтепродуктов марки флокулянта Праестол. Определено оптимальное соотношение доз реагентов.

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ НА ТЮМЕНСКОМ СЕВЕРЕ

Макаров В.В., Шиблева Л.Г.
ООО "ТюменьНИИГипрогаз", Тюмень, Россия

Станции обезжелезивания подземной воды в Западной Сибири являются источниками повышенной экологической опасности. При промывке их фильтров образуются высокозагрязненные промывные воды, не поддающиеся очистке традиционными методами. В результате, высокозагрязненные промывные воды сбрасываются на рельеф. В соответствии с экологическим законодательством РФ несанкционированный сброс неочищенных промывных вод влечет за собой серьезные штрафные выплаты, поскольку на всех эксплуатируемых ВОС технология их очистки не предусмотрена.

ООО ТюменьНИИГипрогаз разработана не имеющая аналогов в нашей стране и за рубежом технология электрокоагуляционной очистки промывной воды с фильтров станций обезжелезивания, содержащей до 80-150 мг/дм³ трудноосаждаемых соединений железа, до нормативов качества СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода".

Для решения проблемы очистки и рационального использования промывных вод с фильтров станций обезжелезивания выполнены проекты реконструкции типовых ВОС производительностью 12000 м³/сутки в пос. Пангады и 22000 м³/сутки в г.Надым (ООО "Надымгазпром"), предусматривающие включение в существующие технологические схемы автоматизированной станции электрокоагуляционной очистки промывной воды "Эко-Водопад-2500" производительностью 2500 м³/сутки.

Для реконструкции ВОС-1000 пос. Заполярный Ныдинского ЛПУ разработана автоматизированная на базе микропроцессорной техники станция электрокоагуляционной очистки промывной воды "Эко-Водопад-100" в блочном исполнении. Очищенная на станциях "Эко-Водопад" промывная вода соответствует нормативам питьевого качества.

Осадок, образующийся при электрокоагуляционной очистке промывной воды с фильтров станции обезжелезивания, не оказывает токсического воздействия на биоценоз активного ила, его ферментативную способ-

ность и биохимическое окисление загрязняющих веществ сточных вод в процессе биологической очистки.

Экологическая безопасность осадков образуемых при электрокоагуляционной очистке промывных вод с фильтров станций обезжелезивания подтверждается "Экологическим сертификатом соответствия" №ЕР(447)-В-53/ОС-26, согласно которому образующиеся осадки отнесены к 5 классу опасности (неопасные). Осадки рекомендуются к сбросу в канализацию городов и населенных пунктов. Обезвоженные электрокоагуляционные осадки рекомендованы к использованию для рекультивации нарушенных земель, в том числе карьеров, искусственно созданных полостей и т.п.

По заключению МХТУ им. Д.М. Менделеева электрокоагуляционные осадки после их обезвоживания и подсушивания могут использоваться в качестве алюмосодержащего сырья при производстве различных марок цемента, керамзита и других строительных материалов. Указанный метод утилизации может найти применение на крупных станциях "Эко-Водопад".

Реконструкция действующих станций обезжелезивания по такой схеме позволит решить сразу несколько проблем:

- социальную - проблему обеспечения населения и персонала предприятий ОАО Газпром качественной питьевой водой, отвечающей всем требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода";
- экономическую - исключение безвозвратных потерь очищенной воды, используемой для промывки фильтров, платы за сверхнормативный сброс в окружающую среду загрязняющих веществ, а также получение дополнительных количеств качественной питьевой воды;
- экологическую - проблему предотвращения сброса высокозагрязненных промывных сточных вод станций обезжелезивания и загрязнения окружающей природной среды.



Рис. 1. Промывная вода, поступающая на очистку.



Рис.2. Очищенная вода (высота столба жидкости 1,5 м).

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСОВ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ

Маркарян А., Токмаджян В.

Институт водных проблем и гидротехники, Ереван, Республика Армения

В практике эксплуатации насосных станций, имеющих длинную подводящую деривацию, часто из-за разных причин, во всасывающих трубах насосов возникает разрыв сплошности потока, что приводит к резкому уменьшению расхода и возникновению кавитации в насосах.

Возникновение подобного режима характерно для насосных станций, расположенных вдоль одного и того же коллектора в период пикового потребления оросительного сезона. На нескольких насосных станциях Арагатской долины (Армения), без учета этого фактора, насосы установлены на предельной высоте всасывания, соответствующей расходу при полностью открытой задвижке и любое снижение отметки уровня воды в приемном бассейне способствует образованию кавитационного режима.

Кроме этого, при переходе насоса от параллельной работы к одиночной приводит к возрастанию расхода. Также увеличивается вероятность возникновения кавитационного режима.

Вмешательство обслуживаемого персонала в этих случаях заключается в том, чтобы путем дросселирования напорной задвижки уменьшить величину кавитационного запаса.

В этом случае возникает необходимость определения степени открытия задвижки, чтобы предотвратить кавитацию, с одной стороны, и не допустить излишних потерь энергии, с другой.

Представим теоретическое решение поставленной задачи. Для этой цели уравнение главной характеристики (H- Q) насоса представим в виде:

$$H = A + BQ + CQ^2 \quad (1)$$

где A, B, C - постоянные величины для данного насоса, определенные специальной компьютерной программой.

Уравнение характеристики трубопровода для данного насоса представим в виде:

$$H = H_0 + (S_1 + S_2)Q^2 \quad (2)$$

где S_1 и S_2 - гидравлические сопротивления соответственно трубопровода и напорной задвижки, причем величина последнего зависит от степени открытия задвижки:

$$S_1 = \frac{\zeta}{2gA^2} \quad (3)$$

где A - площадь живого сечения напорного трубопровода,

ζ - коэффициент гидравлического сопротивления задвижки, зависящий от степени открытия задвижки - δ .

Для плоской задвижки, широко применяемой в насосных станциях, эта зависимость в виде кривой и таблицы приводится в литературе.

Функцию $\zeta = f(\delta)$ представим в виде:

$$\zeta = Me^{N\delta} \quad (4)$$

где M и N - постоянные числа.

В каталогах насосов для каждого насоса в виде кривой приводится зависимость кавитационного запаса от расхода насоса, которую можно представить в виде уравнения:

$$h_k = a + bQ + cQ^2, \quad (5)$$

где h_k - величина кавитационного запаса (необходимый напор у входа в насос),

a, b и c постоянные величины для данного насоса.

Расчет ведется в следующей последовательности:

по отметке местности насосной станции определяются атмосферное давление h_{at} , а затем высота всасывания

$$h_s = h_{at} - h_k - S_B Q_H^2, \quad (6)$$

где S_B - гидравлическое сопротивление всасывающей трубы, учитывающий также кинетическую энергию, Q_H - расход насоса при полностью открытой задвижке, величина которого определяется из системы уравнений (1) и (2), принимая $S_z = M$ (так как $\delta = 0$).

Сравнение фактической высоты всасывания h^{sf} с h_s даст:

$$h_s^f < h_s - \text{бескавитационный режим,}$$

$$h_s^f = h_s - \text{предельный режим и}$$

$$h_s^f > h_s - \text{кавитационный режим.}$$

Для перехода в бескавитационный режим следует произвести дросселирование задвижки напорного трубопровода. Чтобы определить величину необходимого открытия задвижки из уравнения (6) определяется значение уменьшенного расхода Q_1 , подставляя в (6) вместо h_s фактическую высоту всасывания и из системы уравнений (1) и (2) определяется s_z , а затем по (3) и (4) - δ .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ



Ткачук А.А., Новицкая О.С.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

Разработан математический аппарат оценки экономической эффективности систем подачи и распределения воды (СПРВ) в условиях рыночной экономики с учетом жизненного цикла капитала. Он базируется на получении максимальной величины чистого дисконтированного дохода, которая при условии обеспечения потребителей заданным количеством воды имеет место, если дисконтированные к начальному периоду затраты на строительство и содержание СПРВ будут минимальными.

Оптимизационные расчеты показывают, что при определении схем СПРВ всегда экономически выгодно предусматривать минимальную длину наиболее ответственных магистралей, а их диаметры - экономически выгодными. Остальные водопроводные линии должны иметь минимально допустимые диаметры. Этот принцип положен в основу устройства СПРВ нового типа - с районированием водопроводных сетей, то есть с их разделением на отдельные зоны и районы, в которые подача воды осуществляется по магистралям минимальной длины.

Такие СПРВ позволяют поддерживать свободные напоры в районах сети максимально приближенными к необходимым. В результате достигается минимизация избыточных свободных напоров и, как следствие, снижение потерь воды из-за утечек, снижение аварийности сети и уменьшение расходов электроэнергии на подъем воды. Гибкость управления работой СПРВ при изменяющихся режимах водопотребления достигается за счет простых схем в районах сети. Такие схемы есть моноструктурными - сеть небольшой длины с одной или двумя точками питания. Установлено, что их оптимальная длина и производительность составляют: 50..150 км и 470..1170 м³/час.

Обычно главную насосную станцию, водоводы и приравненные к ним основные магистральные линии

относят к первой категории по степени обеспеченности подачи воды, а зонные насосные станции и сети районов - ко второй или третьей. Это позволяет упростить схемы районных сетей, снизить их стоимость и эксплуатационные затраты. При подаче воды по графику, что иногда имеет место на практике, такое устройство СПРВ повышает гибкость управления их работой и снижает потери воды.

Установлено, что целесообразность устройства повысительных насосных станций (ПНС) возрастает с увеличением стоимости электроэнергии, производительности, необходимых напоров, потерь напора и утечек в сети. На основании полученного экспериментального материала определены условия и граничные величины указанных параметров. Проведенный анализ показывает, что устройство ПНС для отдельного здания целесообразно практически в любых условиях. Однако, их максимальное количество будет ограничено производительностью СПРВ и величиной утечки.

Оценка целесообразности устройства районных повысительных станций (РПС) показывает, что она зависит от общего количества ПНС, соотношений подач РНС и ПНС и их удельных стоимостей (на 1 м³ производительности).

Полученные данные показывают, что устройство одиночных ПНС выгодно при их небольшом количестве (~ до 10) или, когда удельная стоимость РПС существенно (более чем в 5 раз) превышает удельную стоимость одиночной ПНС. Однако, в большинстве случаев, особенно, когда удельные стоимости ПНС и РНС почти одинаковые, целесообразным есть устройство одной районной повысительной станции.

Целесообразность применения полученных результатов подтверждается данными анализа функционирования действующих СПРВ (для более 30 городов) и изменениями их схем за счет районирования.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. НОВЫЙ УРЕНГОЙ

Селюков А.В., Куранов Н.П.
ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия
Маслий В.Д., Смирнов В.В.

Управление "Уренгойгазводоканал", Новый Уренгой, Россия

Для обеспечения города Новый Уренгой питьевой водой используется подземные воды Уренгойского газоконденсатного месторождения (УГКМ). Для этой воды наряду с заметными концентрациями железа (до 6,0 мг/дм³) и марганца (до 0,5 мг/дм³) характерны низкие значения жесткости (0,4 мг-экв/дм³) и щелочности (до 0,4 мг-экв/дм³). Следует отметить также, что вода имеет низкую температуру (0,3-1,4°С).

На существующей станции обезжелезивания вода от скважин поступает в водогрейные резервуары, где нагревается за счет тепла отходящих продуктов горения газа до температуры 4,3-6,0°С. Одновременно вода принудительно аэрируется. Затем подогретая и аэрированная вода самотеком поступает на открытые фильтры станции обезжелезивания. Фильтрат насосами подается частично в резервуары чистой воды, основное количество воды - напрямую в город.

Как показало выполненное нами обследование станции, существующие сооружения не обеспечивают нормативное качество воды по содержанию железа и марганца. Остаточное содержание железа - не менее 0,6 мг/дм³, марганца - на уровне концентрации в исходной воде.

В связи с изложенным в условиях водозабора г. Новый Уренгой нами выполнены лабораторные исследова-

ния по обезжелезиванию и деманганаии воды, проведены пилотные испытания этих процессов и разработана комплексная технологическая схема кондиционирования подземных вод Уренгойского ГКМ.

Для кондиционирования воды нами использована технология, испытанная на водозаборе г. Ноябрьска. Эта технология основана на окислительно-восстановительных процессах, протекающих при последовательной обработке воды двумя реагентами: перекисью водорода и перманганатом калия с последующим фильтрованием через песок.

Конструкция пилотной установки предусматривала возможность обработки как исходной (холодной) воды с температурой +0,7 - +1,0°С, подаваемой из распределительной камеры водогрейных резервуаров, так и подогретой (аэрированной) воды с температурой +6°С, подаваемой из распределительного трубопровода фильтровальной станции.

Средние показатели качества воды, подаваемой на обработку, и показатели качества очищенной (фильтрованной) воды в оптимальных условиях обработки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип воды	Показатели качества, мг/дм ³				
	Исходная вода			Очищенная вода	
	Железо общ.	Железо (+2)	Марганец	Железо общ.	Марганец
Холодная	6,7 - 6,9	5,3 - 5,4	0,32 - 0,55	0,1 - 0,3	0,1
Подогретая	5,8 - 6,1	4,6 - 4,7	0,37 - 0,41	0,1 - 0,3	0,05

Как видим, остаточная концентрация железа в фильтрованной воде не зависит от температуры процесса, что позволяет отказаться от подогрева перед обработкой подземных вод с целью обезжелезивания. Однако подогрев воды позволяет добиться более глубокой очистки от марганца.

Следует отметить, что мутность фильтрованной воды не превышала 1,0 мг/дм³, перманганатная окисляемость - 0,2 мгО/дм³, запахи и привкусы отсутствовали.

На основании пилотных испытаний нами разработана технологическая схема очистки подземных вод Урен-

гойского ГКМ применительно к существующим сооружениям станции обезжелезивания.

Данная технологическая схема использована нами в Рекомендациях по реконструкции существующей станции обезжелезивания г. Новый Уренгой и внесению изменений в проект "Расширение ВОС г. Новый Уренгой до производительности 65,0 тыс. м³/сут."

В настоящее время реконструкция завершена и на станции идут пуско-наладочные работы.

РОДНИКИ КАК ФАКТОРЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Орлов А.А.

Саратовский НИИ сельской гигиены, Саратов, Россия

Питьевая вода, являясь одним из главных условий нормальной жизнедеятельности человека, в зависимости от качества, может быть положительным или отрицательным фактором, влияющим на здоровье и продолжительность жизни людей. При этом неблагоприятное действие загрязненной воды может носить как очевидный, так и скрытый характер. Потребители воды при оценке ее качества в первую очередь ориентируются на органолептические показатели: вкус, запах, прозрачность, цветность, наличие посторонних включений. Неблагоприятные свойства питьевой воды заставляют население ограничивать ее потребление из данного источника, либо осуществлять элементарную очистку и обеззараживание. Как правило, в сельских условиях это отстаивание и кипячение. Появившиеся в последние годы фильтры домашней очистки воды пока еще не нашли широкого применения у жителей сел.

Снижение качества водопроводной воды обусловлено социально-экономическими условиями. Крайний недостаток финансирования, слабая эффективность реализации управленческих решений, привели к разрушению структуры водопользования сельских населенных мест. Построенные в 60-70 годы прошлого века системы очистки и разводящие сети имеют износ от 60 до 100%. Передача водопроводных сетей из ведомственного в муниципальное подчинение усугубила неблагоприятную ситуацию. Местные организации оказались не готовы к эксплуатации и, тем более, модернизации систем водоснабжения.

Реализация программ обеспечения сельских жителей доброкачественной водой осуществляется крайне медленно. Из-за высоких финансовых затрат до сих пор практически не осуществляется реконструкция сетей и внедрение локальных систем водоочистки. В результате, местные жители вынуждены использовать водопроводную воду низкого качества. Так, в Саратовской области от 30 до 100% проб воды из сельских водопроводов не отвечают гигиеническим требованиям.

Низкое качество водопроводной воды заставляет местное население обращаться к традиционным источникам питьевой воды - родникам. В то же время, водохозяйственная политика последних десятилетий, направленная только на развитие централизованных систем водоснабжения привела к тому, что многие из родников оказались заброшенными, заилились, пришли в негодность. Вместе с тем, хорошо известно, что именно родники при незначительных затратах на бла-

гоустройство, позволяют долгие годы снабжать население доброкачественной питьевой водой. Так, в правобережной части Волги в Саратовской области более 60% сельского населения пользуется родниковой водой, а всего по области насчитывается около тысячи родников.

Анализ состояния водопользования правобережных сел показывает, что в условиях нестабильной работы водопроводов, зависящей от таких факторов, как уровень загрязнения поверхностных водоемов, эффективность работы водоочистных сооружений, износ разводящих сетей, квалификация обслуживающего персонала, надежность электроснабжения и т.д., родники часто становятся единственным источником доброкачественной питьевой воды для сельских жителей.

В 2005 году проведено гигиеническое исследование ста родников, находящихся в сельских районах Саратовской области. Для изучения были выбраны родники, наиболее широко используемые для питьевых нужд местным населением.

Было установлено, что более 90% обследованных родников позволяют получать воду, полностью соответствующую требованиям СанПиН 2.1.4. 1175-02 "Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников". Родниковая вода этих источников отличалась высокими вкусовыми качествами, отсутствием запаха и примесей и оценивалась потребителями как вполне пригодная для питьевых нужд. Местное население, даже при наличии водопроводной воды, предпочитало ей родниковую воду. При этом сельских жителей не останавливало значительное удаление отдельных родников от жилья.

Отмечено бактериальное и химическое загрязнение 10% родников, находящихся в зоне влияния населенных пунктов. Свыше 20% родников испытывают неблагоприятное воздействие паводковых вод. Незначительно количество родников (5%) имеют повышенную минерализацию (1,5-1,8 мг/дм³) и общую жесткость (10-12 мг-экв/дм³).

Работа по благоустройству родников в 2005 году позволила восстановить более 50 водоисточников. Были обустроены не только приемные камеры, но и прилегающая территория, организованы зоны санитарной охраны.

На основании проведенных исследований определен перечень родников, которые по своему качеству и дебиту могут быть использованы в качестве резервных источников питьевой воды в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТОГО КАРБОКСИЛЬНОГО КАТИОНИТА ФИБАН К-4, МОДИФИЦИРОВАННОГО БИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СОМОНОМЕРАМИ

Пригожаева Л.М., Шункевич А.А., Поликарпов А.П., Ворса В.Ж.
Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

Разработанный в институте физико-органической химии НАН Беларуси и выпускаемый в опытно-промышленном масштабе волокнистый карбоксильный катионит ФИБАН К-4 получают прививочной полимеризацией акриловой кислоты к полипропиленовым волокнам. Этот ионит является эффективным сорбентом ионов Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , превосходит промышленно выпускаемые волокнистые катиониты ФИБАН К-5 и ВИОН КН-1, перспективен для умягчения воды. Его сорбционные свойства по отношению к ионам Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} являются наилучшими по сравнению с другими.

Однако серьезным недостатком ФИБАН К-4 является неудовлетворительная химическая стойкость, которая проявляется в потере ионитом ионообменной емкости при длительной эксплуатации в циклах сорбция - регенерация. В результате ионит в течение года работы может терять от 1/3 до 2/3 своей исходной емкости. Кроме того, подготовка ионита для питьевых фильтров требует значительных затрат воды и реагентов.

Необходимым условием использования ионообменного материала в фильтрах очистки питьевой воды является низкая величина ХПК (химическое потребление кислорода) в его водных вытяжках. Согласно требованиям ГОСТ окисляемость водных вытяжек не должна превышать 15 мг О/л.

В результате экспериментов по отмывке лабораторных образцов и опытно-промышленных партий волокон ФИБАН К-4 установлено, что независимо от использованных реагентов, удельного расхода воды и условий отмывки величина ХПК в первой вытяжке из волокон составляет от 15 до 25 мг О/л.

Для повышения химической стойкости предложено проводить прививку акриловой кислоты в присутствии бифункциональных сомономеров различной природы: N, N'-метиленабисакриламида (МБАА), этиленгликоль-диметакрилата (ЭГДМ) и дивинилбензола (ДВБ). Показано, что введение МБАА и ЭГДМ позволяет повысить степень прививки и эффективность прививочной сополимеризации. Наиболее перспективным оказалось использование МБАА.

Изучение санитарно-химических свойств образцов ФИБАН К-4, сшитых МБАА (0,5 мольн. %), показало эффективность этого сомономера для повышения стабильности ФИБАН К-4. Так, после отмывки образцов 0,6 н раствором NaOH (скорость пропускания - 50 мл/мин, температура - 50°C) содержание окисляющихся бихроматом калия органических соединений в настоях из сшитых образцов волокон ниже, чем у несшитого образца и уже в первой вытяжке соответствует норме ГОСТ (см. табл. 1).

Таблица 1. Результаты отмывки волокон ФИБАН К-4, сшитых МБАА

Образец	Исходное значение ХПК, *мг О/л	ХПК* после отмывки NaOH, мг О/л	ХПК в Н-форме после сушки, мг О/л
Контрольный	81	22	16
Сшитый	38	3	10

* Настой в 0,6 н NaOH

Таблица 2. Характеристики процесса сорбции для волокон ФИБАН К-4, сшитых МБАА

Образец	СОЕ, мг-экв/г	Емкости до проскока, мг-экв/г					
		Co^{2+}	Ni^{2+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}
Контрольный	5,0±0,6	0,04	0,05	0,15	0,76	1,02	>1,44
Сшитый	6,1±0,2	0,04	0,07	0,14	0,63	0,66	0,89

Для сравнения сорбционных характеристик сшитых образцов с несшитым исследовали сорбцию смеси ионов Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} и Pb^{2+} (4·10⁻² мэкв/л) на фоне - ионов Ca^{2+} (2,3 мэкв/л), при pH раствора - 6,0 и скорости пропускания раствора 10±1 мл/мин (табл. 2). Исходная форма ионита - водородно-натриевая, получена при выдерживании образцов при pH 6,0. Введение 0,5 мольн. % МБАА не влияет на порядок выхода ионов, но емкости до проскока ионов Cd^{2+} , Cu^{2+} и Pb^{2+} заметно ниже по сравнению с несшитым образцом, что свидетельствует об ухудшении кинетики сорбции. Тем не менее, сшитый ионит пре-

восходит по сорбции ионов Cd^{2+} , Cu^{2+} и Pb^{2+} катиониты ФИБАН К-5 и ВИОН КН-1.

Влияние сшивающего агента проявляется также в изменении относительной избирательности ионита к сорбируемым ионам. При сшивании МБАА получается ионит с большей избирательностью по отношению к ионам Cd^{2+} .

Таким образом, введение МБАА позволяет повысить степень прививки, эффективность прививочной сополимеризации, улучшить санитарно-химические свойства волокон ФИБАН К-4 и в значительной степени сохранить их сорбционные свойства по отношению к ионам тяжелых и цветных металлов.

СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БОРА ИЗ ВОДЫ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И СОДЕРЖАНИЯ АММОНИЯ

Маслов Д.Н.

Военный завод "Конверсия", Балашиха, Московская обл., Россия

Присутствие в питьевой воде повышенных концентраций бора представляет опасность чреватую расстройством половой системы. В природных водах некоторых восточных областей РФ - Омской, Новосибирской, Курганской отмечается трех-пятикратное превышение ПДК по бору.

На практике водоподготовке приходится сталкиваться с присутствием повышенных концентраций ряда других примесей в частности аммонийного и нитратного азота, хлоридов, минеральных солей, бикарбонатов, которое осложняет проблему деборирования, которая остается сравнительно дорогостоящей, трудоемкой и требует при эксплуатации станции квалифицированного персонала.

Для комплексной очистки питьевой воды был использован ионный обмен. Отработки технологии извлечения бора проводилась на стендовой установке с стеклянными колоннами \varnothing 50мм, высотой 2м. Модельная борсодержащая (в виде тетрабората натрия) вода приготавливалась с использованием всех основных примесей, был приближенным к природной воде. Концентрация ключевого компонента - бора варьировалось в пределах 3-5 мг/дм³ при минерализации воды 0,8-1,6 г/дм³ и жесткости 8-12 мг.эquiv/дм³.

Содержание аммонийного азота поддерживалось практически постоянным около 4 мг/дм³.

Использовалась схема последовательного фильтрования воды через Н⁺ катионитовую и ОН⁻ анионитовую колонки с высотой слоя загрузок 0,7-1м. В анионитовой

колонке на слой макропористой смолы А520 загружались фиксируемые объемы используемых борселективных смол S - 108 или Д403. При переменном соотношении объемов анионитов в пределах (1:2; 1:3; 1:4) по проскоку В проводилась сравнительная оценка динамической обменной емкости (ДОЕ) этих борселективных смол в диапазоне скорости фильтрования 10-20 м/час в условиях параллельно осуществляемых процессов обессоливания и деаммонизации. Было установлено, что в условиях совмещенных процессов ионного обмена - деборирования, деминерализации деаммонизации, дехлорирования ДОЕ по бору для анионита S - 108 составляет $0,30 \pm 0,05$ г.эquiv/дм³, а смолы Д 403 - $0,2 \pm 0,05$ г.эquiv/дм³ загрузки.

Легче балансировался заданный ионитовый состав примесей в очищенной воде при соотношении объемов анионитов А 520Е (нижний слой) к S - 108 (верхний слой) как 3:1 и при использовании монослойной загрузки катионита рFс - 100Н в первой колонке.

Остаточное содержание бора в очищенной воде до момента проскока оставалось практически на уровне чувствительности флуориметрического метода анализа. Поэтому представляется технологически обоснованным использованием при проектировании станций водоподготовки ионообменных схем с байпасированием потоков. При этом для поддержания высоких органолептических характеристик очищенной воды она должна проходить финишную очистку на сорбционном фильтре с активированным углем.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬХОЗВОДОСНАБЖЕНИЕМ В БЕЛАРУСИ

Гуринович А.Д., Бахмат А.Б.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Малей И.Н.

ОАО "Барановичпромбурвод", Барановичи, Республика Беларусь

В настоящее время в сельской местности в Беларуси насчитывается более 30 тыс. водозаборных скважин, около 40% которых находятся в нерабочем состоянии. Практически повсеместно в сельской местности в Беларуси отсутствуют специализированные службы по эксплуатации систем водоснабжения. Техническое обслуживание объектов водоснабжения и водоотведения осуществляется самостоятельными силами, как правило, низкой квалификации самих сельхозпредприятий без надлежащего технического оборудования, что ведет к перерасходу электроэнергии на 20-30 %; снижению удельного дебита водозаборных скважин; увеличению числа поломок водоподъемного оборудования, тем самым к преждевременному выходу водозаборных сооружений.

На сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятиях отсутствует постоянный учет использования воды и контроль за соблюдением технологических регламентов функционирования систем водоснабжения и водоотведения. Сооружения и оборудование работает на износ и только аварии принуждают хозяйства принимать экстренные меры. Существующая система планирования и управления строительством и эксплуатацией сооружений сельхозводоснабжения не обеспечивает рационального водопользования, эффективной организации, высокого качества работ. Многие сельхозпредприятия испытывают нехватку доброкачественной воды (потери воды достигают в некоторых хозяйствах более 40% от добываемой), что выражается в недополучении определенного объема сельхозпродукции. Экономические же показатели данных сельхозпредприятий не направлены на достижение конечного результата, т.е. на получение требуемого количества воды при минимальных производственных затратах на сооружение и эксплуатацию систем водоснабжения. Вопрос стоит в определении целесообразности совершенствования системы управления сельхозводоснабжением путем преобразования предприятий треста "Промбурвод" в областные специализированные предприятия "сельхозвод", которые бы содержали у себя на балансе сооружения водоснабжения, занимались их техническим обслуживанием и ремонтом, а конечный потребитель платил бы только за полученное количество воды надлежащего качества.

Главное преимущество создания таких специализированных предприятий состоит в том, что снижаются административные и управленческие расходы, повышается способность консолидации финансовых ресурсов,

сокращаются энергетические потери от нерационального водопользования на 20%, обеспечивается гарантированный доступ к качественной воде для потребителей в небольших и очень маленьких сельских населенных пунктах. Возрастающие потребности в инвестициях в водной отрасли связаны с возрастающим интересом к применению единых ставок. Главный аргумент в пользу преобразования заключается в том, что каждой отдельной системе, в конечном счете, потребуется дополнительное вливание капитала для реновации и усовершенствования. Это зависит только от времени. Достигается равенство в отношении того, что все обслуживаемые данным специализированным предприятием субъекты платят одинаковую цену за содержание централизованной службы эксплуатации.

Важно отметить, что это не ценовая стратегия, а стратегия затрат. Факт, что одним из главных преимуществ является значительное упрощение процесса распределения общих затрат среди отдельных сельскохозяйственных предприятий. Отделение затратной стороны от ценовой стороны является решающим в понимании истинной сущности преобразования. Создание специализированного предприятия "СЕЛЬХОЗВОД" приведет к единому управлению малыми системами в сельских населенных пунктах и общим техническим, финансовым и управленческим возможностям. Другие второстепенные преимущества единых ставок включают обеспечение потребителей общей услугой (тех, кто в этом нуждается и тех, кому это необходимо), координированная защита водных ресурсов, единая система планирования. Единая ставка, распространяющаяся на большие группы, будет со временем все более устойчивой, чем самостоятельно устанавливаемая ставка меньших сообществ. При отсутствии такого преобразования предприятие в будущем будет вынуждено делать дополнительные инвестиции, даже если это не будет оптимальным выбором с точки зрения общего функционирования системы и экономической ценности для потребительской базы в целом. Другими словами, такое предприятие будет чувствовать прессинг в сторону понижения цены вместо понижения общесистемных затрат.

К основному недостатку следует отнести следующий момент: создается впечатление, что стоимость воды для сельхозпредприятий значительно увеличится. Увеличение будет выражаться только в том, что данные предприятия обязаны будут возмещать стоимость оказанных им услуг обслуживающему предприятию, что отсутству-

ет в настоящий момент (в наличии большая дебиторская задолженность).

В настоящее время в порядке эксперимента в брестской области авторами разрабатывается бизнес-план

создания на базе ОАО "Барановичипромбурвод" областного специализированного предприятия "сельхозвод".

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МОСКВЫ

Богомолов М.В.

МГУП "Мосводоканал", Москва, Россия

Основными проблемами водоснабжения Москвы на сегодняшний день остаются:

- низкое качество воды в источниках водоснабжения и отсутствие резервного источника,
- невысокие темпы реконструкции очистных сооружений водопроводных станций с совершенствованием технологических схем подготовки питьевой воды,
- проблемы сохранения качества воды при транспортировке по городской водопроводной сети.

Источниками водоснабжения города являются поверхностные воды, подверженные значительному антропогенному воздействию в связи с высокой степенью хозяйственного освоения площади водосбора. В большей степени это относится к тракту реки Москвы.

Водоохранные мероприятия: проектирование водоохраных зон питьевых водоемов и надзор за соблюдением природоохранного законодательства в них, строительство магистральных коллекторов в Одинцовском, Красногорском и Мытищинском районах для канализования стоков в московскую централизованную систему - реализуются крайне медленными темпами. В последнее время большой вклад в загрязнение водоисточников начали вносить многочисленные коттеджные поселки и садоводческие товарищества, расположенные по берегам и не оборудованные современными системами канализации. Нужна активизация работы по строительству локальных очистных сооружений очистки сточных вод.

В результате антропогенной нагрузки возрастают концентрации биогенных элементов, усиливается развитие водорослей, ухудшаются микробиологические показатели, появляются неприятные запахи воды. Значительная часть проб воды источников водоснабжения не отвечает нормативным требованиям.

Несмотря на неудовлетворительное качество воды источников, вода на выходе водопроводных станций отвечает требованиям действующих санитарно-эпидемиологических правил и нормативов на питьевую воду. Более того, отмечается тенденция улучшения качества питьевой воды за период с середины 90-х годов до настоящего времени. Это, в основном, связано с введением с 1998 г. новых нормативных требований к качеству питьевой воды, что потребовало от Мосводоканала нескольких лет планомерной реализации комплекса мероприятий.

Государственная нормативно-законодательная база активно развивается, постоянно перерабатываются требования к качеству питьевой воды. В первую оче-

редь, это касается ужесточения ряда параметров, в том числе таких, как побочные продукты реагентной обработки воды и показатели безопасности воды в эпидемиологическом отношении.

Действующая на водопроводных станциях Москвы технологическая схема практически исчерпала возможности дальнейшего кардинального улучшения качества питьевой воды. Для обеспечения растущих требований необходимо активное внедрение новых методов водоподготовки, что подтверждается трехлетним опытом работы блока Рублевской водопроводной станции: дополнение классической двухступенной схемы озонированием и сорбцией на угольных фильтрах показывает значительное снижение концентрации хлорорганических веществ, улучшение очистки по органическим загрязнениям, в том числе соединениям, обуславливающим неприятный запах воды. Сейчас начато строительство еще одного аналогичного блока.

Завершается строительство Юго-Западной водопроводной станции, в технологическую схему которой дополнительно включена стадия ультрафильтрации на мембранах, повышающая надежность очистки по микробиологическим и паразитологическим показателям.

Реализация таких комплексных технологических схем позволит не только обеспечить соответствие качества питьевой воды в Москве установленным требованиям, но и увеличить надежность работы водопроводных станций и получения питьевой воды надлежащего качества при аварийных загрязнениях источников водоснабжения. Генеральной схемой развития водоснабжения города предусмотрены темпы реконструкции водопроводных станций с доведением к 2020 г. объема питьевой воды, полученной по новой технологии, до 80%.

Сохранение высокого качества питьевой воды, полученной на водопроводных станциях, в процессе ее транспортировки потребителям является важной задачей. Протяженность городской распределительной сети московского водопровода - около 11 тыс. км, из которых половина приходится на самортизированные трубопроводы. Во избежание ухудшения качества воды у потребителей по отношению к выходу с водопроводных станций необходимо наращивание объемов обновления изношенных трубопроводов, которое позволит не только прекратить процесс старения водопроводной сети, но и вести ее обновление опережающими темпами. Эта задача и пути ее реализации также определены Генеральной схемой развития системы водоснабжения на ближайшие 15 лет.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ

Драгинский В.Л., Алексеева Л.П.

НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды, Москва, Россия

Технология очистки воды насчитывает около 150 лет, при этом систематическое использование коагулянтов - сульфата алюминия и железа в практике очистки воды началось в конце 19 века, а производственное применение озона - в начале 20 века.

К настоящему времени техника очистки воды достигла определенного уровня. Остановимся вкратце на основных моментах современной технологии подготовки воды.

1. Новые реагенты. Все более широко на водопроводных станциях применяется оксихлорид алюминия ОХА различных марок, выпускаемый различными предприятиями. Преимущества оксихлорида известны, однако в ряде случаев в зависимости от качества природной воды выбирается наиболее оптимальный для конкретных условий коагулянт.

На ряде водоочистных станций в настоящее время для обработки воды используют два коагулянта (сульфат алюминия и оксихлорид алюминия).

Как установлено в исследованиях и опытом эксплуатации, в зависимости от качества исходной воды, в основном от рН и содержания в ней органических загрязнений, определяемых перманганатной окисляемостью (ПО), при сравнительно низких значениях ПО (до 12 мгО₂/л) целесообразно применять ОХА, при этом доза его может быть уменьшена по сравнению с дозой СА максимум на 25-30% (в среднем на 15-20%) при одинаковом качестве очищенной воды. При повышенных значениях ПО исходной воды увеличивается необходимая доза реагентов, и в этом случае более эффективным при очистке воды является СА.

ОХА позволяет получать питьевую воду более качественную по остаточному алюминию и в отдельные периоды года по показателю ПО. Поэтому можно было бы перейти на использование для очистки воды одного ОХА, но экономически это будет нецелесообразно. В то же время применение на станции двух коагулянтов позволяет не только осуществлять более гибко технологический процесс очистки воды, но также существенно повышает надежность работы станции, так как имеется резерв для обеспечения необходимого качества воды во все периоды года.

Ассортимент имеющихся флокулянтов (катионного и анионного типа, органических коагулянтов) огромен. Поэтому одной из задач повышения надежности реагентной обработки является выбор наиболее эффективного флокулянта.

2. Существенное влияние на процесс очистки воды оказывают условия смешения реагентов с водой.

Для интенсификации процессов смешения целесообразно применение механических устройств для обеспечения быстрого смешения в смесителях и медленного в камерах хлопьеобразования. Такие решения реализованы для водопроводов гг. Ярославля и Калининграда, что позволило существенно повысить эффективность отстаивания воды, сократить дозы коагулянта и повысить качество питьевой воды.

3. В отечественной практике необоснованно забыт метод очистки воды напорной флотации, широко используемый в скандинавских странах и Западной Европы. Флотация начинает находить применение в гг. Калининград, Сыктывкар.

4. Для очистки воды от антропогенных загрязнений в мировой практике применяется озонирование (на сотнях водопроводных станций). Перспективны технологии совместного применения озона, УФ-облучения, пероксида водорода. При этом наиболее эффективным является применение озона в сочетании с заключительной сорбционной очисткой на активных углях. Озонсорбционная технология обеспечивает практически полное изъятие из воды органических загрязнений.

В России применение озонирования воды неизменно расширяется, а применение сорбционной ступени очистки используется в единичных случаях, в частности, на Рублевской водопроводной станции, на водопроводе г. Нефтеюганска при обработке подземных вод. Такие решения заложены в проектах Окского водозабора г. Калуги, московских водопроводных станциях и др.

5. Начинают применяться в отечественных технологиях на крупных водопроводных станциях мембранные методы очистки воды, которые ранее использовались для опреснения и удаления избыточных концентраций металлов, солей жесткости и органических загрязнений для станций небольшой производительности и малых водоочистных установок. Ведется подготовка к использованию ультрафильтрации на Юго-Западной станции г. Москвы.

6. Большие трудности существуют при очистке подземных вод, содержащих высокие концентрации железа, органические загрязнения природного и антропогенного происхождения. Очистка таких вод также должна осуществляться с использованием реагентов, а в некоторых случаях с применением озона и активного угля.

7. На многих водопроводных станциях ставятся и решаются вопросы очистки промывных вод и образующихся в процессе подготовки питьевой воды осадков. Полностью эти вопросы решены на некоторых водопроводных станциях г. Москвы, Вологды, Екатеринбурга и др. городов.

8. Проблема обеззараживания воды решается в различных направлениях с применением методов УФ-облучения, озонирования, применением хлорсодержащих реагентов: хлора, диоксида хлора и гипохлорита натрия.

В последние годы находит распространение на крупных водоочистных станциях гипохлорит натрия, обладающий очевидными преимуществами по сравнению с другими методами обеззараживания:

- технический (или химический) гипохлорит натрия применен на водопроводной станции г. Кемерово и 10 городах и поселках Кемеровской области;

- электролитический гипохлорит натрия, получаемый путем электролиза из растворов поваренной соли, применен на многих водопроводных станциях, в том числе для станций производительностью до 100 тыс.м³/сут.;
- электролитический гипохлорит натрия, получаемый путем электролиза подземных минерализованных вод (станции групповых водопроводов Астраханской области производительностью до 20 тыс.м³/сут.; предусмотрен в проекте Окского водозабора г. Калуги).

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ, ВНЕДРЯЕМЫЕ В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НОВОСИБИРСКА



Похил Ю.Н., Давыдов А.Б., Багаев Ю.Г.
МУП "Горводоканал", Новосибирск, Россия

К началу нового столетия мощность хозяйственно-питьевого водопровода г. Новосибирска составила 900 тыс. м³/сут. Протяженность водопроводных сетей достигла 1440 км. Питьевой водой обеспечиваются не только жители г. Новосибирска, но и близлежащих городов и поселков.

Источником водоснабжения является р. Обь. Забор воды осуществляется 3 водозаборами, расположенными в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС. Серьезное осложнение в их работе - снижение уровней воды в реке, которые составляют против расчетного более 1 м. Специалистами МУП "Горводоканал" совместно с ГУПИ "Сибгипрокоммунводоканал" приняты меры, исключаящие срыв работы насосов. Для реконструкции водозаборов разработано ТЭО.

Технология подготовки питьевой воды на насосно-фильтровальных станциях (НФС) принята классической с применением реагентов, отстаивания и фильтрования, на которых в последние годы производится замена кварцевого песка на дробленый альбитофир, превосходящий по своим технологическим показателям песчаную загрузку в 1,5-2 раза.

В технологии подготовки питьевой воды используются коагулянт - оксихлорид алюминия (ОХА) собственного производства и флокулянты Праестол и ВПК-402, на двух станциях обеззараживание воды производится гипохлоритом натрия. Применение новых реагентов позволило повысить качество питьевой воды по всем показателям. Экономический эффект составляет свыше 6,5 млн. руб. в год. Ведутся исследования по ультрафиолетовому обеззараживанию воды, разрабатывается новая технология очистки промывных вод.

Контроль качества питьевой воды ведется в строгом соответствии с утвержденной рабочей программой про-

изводственного контроля. На каждой НФС имеется подразделение центральной лаборатории. Ежедневно отбирается свыше 230 проб воды, производится около 1400 химических, бактериологических анализов, а также на радиационную безопасность и содержание хлорорганических соединений. Большой объем ежедневных исследований отбираемых проб питьевой воды на протяжении всего года служит основой для ежегодного декларирования ее качества.

Для контроля качества воды на всех стадиях технологического процесса водоподготовки внедрен контрольно-измерительный модуль "Коагулянт-осветлитель".

По всем показателям качество питьевой воды ниже ПДК, рекомендуемых проектом технического регламента, нормативов действующих СанПиН, Европейских стандартов, ВОЗ и США.

В целях стабильного и надежного водоснабжения города созданы специальная группа оптимизации и служба диагностики, оснащенная современной техникой и приборами. Комплекс мероприятий по оптимизации работы насосных станций и сетей, диагностика последних позволил снизить подачу воды в город с 900 тыс. м³/сут. в 2000 г. до 800 тыс. м³/сут. в 2005 г., а удельное число аварий (на 1 км сети) с 0,6 до 0,5.

За успешное внедрение современных технологий и технических решений по повышению надежной работы систем водоснабжения и канализации Горводоканал трижды награждался Большой золотой медалью Сибирской Ярмарки, а также Золотой медалью Кузбасской выставки-ярмарки "Интехвод". По итогам Всероссийского конкурса на звание "Самый благоустроенный город России" в 2003 и в 2004 годах городу Новосибирску присужден специальный приз "За высокое качество и надежность городского водоснабжения".

СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВЫХ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОДОЗАБОРОВ КАЗАХСТАНА И РОССИИ



Низовкин В.М.

В связи с постоянно возрастающими требованиями к качеству работы водоочистительных сооружений как поверхностных, так и подземных источников интенсивные методы регенерации загрузки скорых фильтров и обсыпки фильтров водозаборных скважин будут применяться в возрастающем объеме.

Рациональный способ из-за отсутствия надежных теоретических основ процесса промывки, необходимо выбирать по результатам технологических изысканий на воде конкретного качества, путем технико-экономического сравнения конкурентно-способных вариантов для фильтров подземных источников так же как и для поверхностных.

Так например, зернистые водоочистные фильтры, работающие по принципу объемного фильтрования, широко применяются в процессах очистки природных вод. Поэтому проблема оптимизации этого процесса является весьма актуальной и предусматривает возможность увеличения скорости фильтрования загрузки и на фильтры скважин по взвешенным веществам, при обеспечении требуемого качества фильтрата, продолжительности, впервые организованного для фильтров водозаборных скважин, фильтроцикла, уменьшению толщины фильтрующей обсыпки, или некоторой совокупности определенных соотношений названных параметров. Конечным результатом оптимизации является "универсальный фильтр", для которого максимальны скорость фильтрования, грязевая нагрузка, продолжительность фильтроциклов и число их с сохранением работоспособности фильтра скважин при минимальной толщине фильтрующей обсыпки. Но существующие в современной практике методы регенерации фильтров и прифильтровых зон при эксплуатации водозаборных скважин далеко не совершенны, согласно публикации ряда авторов. Алексеева В.С., Гребенникова В.Т., Хлестунова В.В., Устюжанина Л.В., Петриченко В.П., Кичигина Е.В., Сквалецкого Е.Н. и др. дают не полное восстановление производительности до 70%, трудоемки, до-

роги до 50% от стоимости новой скважины и не продолжительно по времени до 1,5 месяца сохраняется достигнутый эффект регенерации. Частое (через 5-6 лет) бурение новых скважин, т.к. в этот период их производительность у большинства менее 50% и эксплуатация их уже не рациональная, требует по данным Алексеева В.С. со ссылкой на исследования, и анализ, проведенный Гипроводхозом, показывает, что стоимость собственно скважины и ее оборудование в 6-8 раз меньше вспомогательных мероприятий, а это указывает на большую и сложную проблему мирового масштаба и как утверждает автор (стр. 185, книга Плотников Н.А., Алексеев В.С. "Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод", М., "Строиздат", 1990), при этом главная трудность заключается в удалении кольматанта с наружной поверхности фильтров и из гравийной обсыпки (водоносных пород). Решение этой задачи достигается растворением кольматирующих отложений при подаче реагента в призабойную зону скважины. Однако его подача в зоны, где нет перфорации фильтра и соответственно за ней нет пор в гравийной обсыпке т.к. кольматирующие отложения после 1-2 лет эксплуатации уже зацементированны и имеют плотную структуру цемента обрастания, поэтому и имеет место низкий эффект восстановления производительности. Однако указанную проблему может полностью решить патент РФ 2002 г. № 900064 Кл.Е 03В 3/15 при его использовании, т.к. циклы регенерирует не через 1-2 года, а через любой необходимый период. 1/10 - 1/10000 времени их чередования с периодом водоотбора (фильтрации) и в автоматическом режиме, а сама продолжительность цикла регенерации составит всего 3-5 мин без прекращения водоотбора, с затратами 1/10000 от затрат по существующим технологиям.

А по заключению (ФИПС) Федерального Института Промышленной Собственности России, данная группа изобретений обладает высокой степенью надежности в работе и ремонтпригодности.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Мамедов А.Ш.

Научно-исследовательский и проектный институт "Суканал", Баку, Республика Азербайджан

Развитие промышленного и сельскохозяйственного производств требует решения ряда вопросов в очистке высокомутных вод. Известно, что для очистки поверхностных вод широко применяются традиционные радиальные и горизонтальные отстойники.

В этих отстойниках для удаления осадка применяются различные типы гидравлических систем. Применяемые в практике различные способы удаления осадка из отстойника зависят от типа сооружений, физико-механической характеристики отложений и условий эксплуатации. В ряде водоснабженческих отстойников применяется удаление осадка из камеры с помощью скребковых механизмов цепного или тележечного типов. Иногда применяются также шнековые конвейеры и песковые насосы, устанавливаемые на подвижных платформах. Последнее время часто используется гидромеханический способ удаления осадка из отстойника, при котором осадок разрыхляется и удаляется с помощью струи выходящей из sprысков напорного трубопровода. Надо отметить, что все вышеуказанные механизмы весьма сложны по конструкции, требуют особого внимания при эксплуатации, энергоемки и не приемлемы для отстойников больших размеров.

Как показывает опыт эксплуатации Куринских очистных сооружений (Азербайджанская Республика), промывка радиальных и горизонтальных отстойников существующими методами очень трудоемка и требует колоссальных затрат энергии. Все эти недостатки влияют на общий режим работы очистных сооружений, в связи с чем, при высокомутном состоянии р.Кура иногда приостанавливается работа сооружений. Все эти осложнения в работе очистных сооружений, в основном связаны с физико-механическим составом отложений Куринских вод. Более 70% отложений составляют глинистые частицы, которые, осаждаясь на дно камеры отстойника, со временем коагулируются и увеличивается сопротивление отложений на сдвиг. В связи с этим скребковые механизмы радиальных отстойников и напорные системы горизонтальных отстойников не работают в режиме проектных мощностей и быстро выходят из строя. В настоящее время на Куринских очистных сооружениях промывка радиальных и горизонтальных отстойников практически осуществляется ручным способом.

Для обеспечения нормального режима работы Куринских очистных сооружений нами проведены исследова-

ния и предложен вариант строительства горизонтальных отстойников большого размера с периодической промывкой. Разработанная новая конструкция отстойника позволяет значительно уменьшить время и расход воды на промывку. Поставленная цель достигается тем, что средняя стенка отстойника обеспечена глубинными затворами, которые располагаются на уровне заиливания камеры. Особенность такой конструкции отстойника заключается в следующем.

Затворы устраиваются в средней продольной стенке на уровне заиливания камеры, а дно отстойника выполняется с поперечным уклоном в сторону боковых промывных коллекторов. Применение этой конструкции позволяет полностью использовать высотные элементы сооружения для получения максимальной энергии промывного потока. Такая компоновка элементов позволяет взмучивать наносные отложения высокоскоростным потоком выходящим из-под щита по всей длине камеры. Это обеспечивает интенсивное разрыхление при промывке и при этом сокращается расход воды на промывку.

Промывка камеры начинается вначале с помощью пропуска воды из соседней камеры через глубинные затворы, расположенные в средней разделительной стенке. Последовательно открывая и закрывая промывные затворы, промываются отложения в сторону бокового промывного коллектора, по которому далее транспортируют пульпу на пульповод. Надо отметить, что в связи с большим скоростным режимом и поперечным уклоном дна камеры наносные отложения взмучиваются быстро и легко скатываются в промывной коллектор. Как показали наши исследования, с целью обеспечения транспортирующей способности в боковом промывном канале, 80-90% промывного расхода надо подавать в начало промывного канала. Только 10- 20% промывного расхода забирается через соседнюю камеру с помощью донных промывных затворов. Это позволяет минимально нарушать режим потока в рабочей камере. Точное значение этих расходов уточняется для конкретных условий эксплуатации. Основное преимущество данной конструкции заключается в том, что она позволяет производить промывку при высококалькатационном состоянии отложений с минимальными расходами воды. В сравнении с обычными способами промывки в этом случае достигается трехкратное сокращение расхода воды идущей на промывку.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ РЕКИ УФЫ В СТВОРЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОЗАБОРА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Романовская С.Л., Кантор Л.И.
МПУ "Уфаводоканал", Уфа, Россия

Река Уфа - основной источник водоснабжения города Уфы. На ней расположены водозаборы различного типа (поверхностный и инфильтрационные). Поверхностный водозабор на сегодняшний день является наиболее производительным, поэтому актуальным является вопрос качества питьевой воды, подаваемой населению этим водозабором.

Качество питьевой воды поверхностного водозабора определяется как химическим составом воды реки, так и особенностями технологии водоподготовки. Проанализированы результаты анализа воды реки и питьевой воды в створе поверхностного водозабора за период с 1997 по 2004 гг. по общехимическим показателям и содержанию ряда элементов. Применение методов математической статистики (метод сезонной декомпозиции временных рядов) позволило выделить детерминированную (закономерную) и случайную составляющие временных рядов.

Сравнение детерминированных составляющих временных рядов неорганических показателей качества воды поверхностного водозабора показывает, что детерминированные составляющие кальция, магния, общей жесткости, нитрат-ионов в резервуарах чистой воды (РЧВ) и р. Уфе практически совпадают, т.е. водоподготовка не оказывает влияния на эти показатели. Разли-

чия наблюдаются в содержании сульфат-ионов и алюминия. Повышение содержания сульфат-ионов и алюминия в питьевой воде связано с применением сернокислого алюминия в качестве коагулянта.

Для выявления неблагоприятных временных периодов по степени загрязнения реки Уфы питьевой воды неорганическими компонентами проведено их ранжирование. Исходными данными были величины, равные сумме относительных концентраций элементов: Fe, Si, Mn, Ba, Sr, Na, Be, Se, Mo, Pb, Cd, Li, Cu, Zn, Hg, As, Al, Cr, Ni. Полученные результаты показывают, что наибольший вклад в качественный состав воды реки вносят такие элементы как Fe, Si, Mn, Ba, Sr, Na; питьевой воды - Si, Ba, Sr, Li, Na.

На содержание в воде ряда элементов (K, Na, Ba, Si, Li, Cu, Mo) водоподготовка не влияет, и поэтому концентрации этих показателей в питьевой воде и воде реки практически совпадают. Отметим, что количественные значения марганца в воде реки в большинстве случаев выше, чем в РЧВ.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что технология водоподготовки на водозаборе поверхностного типа оказывает влияние на содержание сульфат-ионов, алюминия и марганца в питьевой воде.

СТРОИТЕЛЬСТВО СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В Г. НОЯБРЬСКЕ

Селюков А.В., Куранов Н.П.
ФГУП НИИ ВОДГЕО, Москва, Россия
Алексеев А.А.

МУ "Дирекция муниципального заказа", Ноябрьск, Тюменская обл., Россия
Ольхов В.А.

ОАО "Энерго-Газ-Ноябрьск", Ноябрьск, Тюменская обл., Россия

Город Ноябрьск является муниципальным образованием в Тюменской области Ямало-Ненецкого автономного округа. Численность населения города - около 100 тыс. человек.

Основным источником питьевого водоснабжения г. Ноябрьска является Ново-Михайловский водоносный комплекс. Вода эксплуатируемого водоносного комплекса (источник 2 класса по ГОСТ 2761-84) не соответствует санитарным требованиям по таким показателям как содержание железа (до 5,0 мг/дм³), марганца (до 0,5 мг/дм³), сероводорода (до 0,010 мг/дм³). Очистные сооружения на водозаборе г. Ноябрьска отсутствуют.

Длительная эксплуатация водозабора без очистных сооружений отрицательно сказывается на здоровье населения, состоянии инженерных коммуникаций водопровода и использующего водопроводную воду оборудования, а также - на качестве продукции, выпускаемой местной промышленностью.

Отличительными особенностями воды эксплуатируемого водоносного комплекса являются также низкие значения щелочности (1,0-1,2 мг-экв/дм³), жесткости (0,8-1,0 мг-экв/дм³) и температуры (1,5-2,0°С). Как показывает опыт эксплуатации водозабора г. Ноябрьска, железо после его окисления кислородом в условиях природной буферной системы (бикарбонаты + растворенная углекислота) является достаточно устойчивым и содержится в воде преимущественно в коллоидной форме.

В связи с изложенным в условиях водозабора г. Ноябрьска нами разработана и испытана технология комбинированной окислительно-сорбционной очистки воды с использованием двух реагентов - перманганата калия и перекиси водорода.

При последовательном использовании перманганата калия и перекиси водорода кроме процессов окисления железа и марганца протекает также реакция:



где имеет место образование мощного сорбента-соосадителя - гидрата диоксида марганца.

Предложенная технология испытана нами на пилотной установке производительностью 6,0 м³/ч. Отделение продуктов реакции производилось путем фильтрования через песок в стандартных условиях.

В результате длительных испытаний установлено, что данная технология позволяет получить воду с остаточными концентрациями железа общего 0,15-0,20 мг/дм³, марганца - 0,05-0,1 мг/дм³. Сероводород в очищенной воде отсутствует, запахи и привкусы не определяются, цветность воды - менее 5 град. БКШ, мутность - менее 0,5 мг/дм³. При обработке воды имеет место снижение перманганатной окисляемости с 2,5 до 1,0 мгО/дм³.

На основании полученных результатов выполнен рабочий проект "Строительство станции очистки подземных вод производительностью 75000 м³/сут. в г. Ноябрьске". Разработанная технология сертифицирована Департаментом государственного санитарно-эпидемиологического надзора России для обработки питьевой воды.

В настоящее время строительство станции закончено и ведутся пуско-наладочные работы.

Таким образом, нами разработана новая технология очистки подземных вод от железа и марганца, пригодная для использования в области низких значений температуры, щелочности и жесткости воды. Результаты работы могут быть использованы в практике проектирования и строительства станций очистки воды подземных источников водоснабжения на севере Тюменской области.

СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОКИРНИЦКОЙ ЦЕОЛИТОВОЙ ЗАГРУЗКИ

Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук В.О.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

Абрамович С.И.

Украинский НИИ прогрессивных технологий в коммунальном хозяйстве, Харьков, Украина

Отсутствие пунктов по приготовлению фильтрующих загрузок для фильтров вызывает у производителей большой интерес к цеолиту. Наиболее крупное месторождение природного цеолита расположено в с. Сокирница Хустовского района Закарпатской области. Цеолитовый туф этого месторождения (рис.1) имеет светло-серый, иногда

зеленоватый цвет и состоит на 60...75% из клиноптилолита, 10% кварца, 5...10% полевого шпата и монтмориллонита, 3% карбоната, 1...3% слюды. Цеолит имеет в среднем измельчение 0.45... 1.7%, истираемость 0.24...0.46%, он может поставляться в мешках рассортированным по фракциям с более крупными и мелкими зернами.

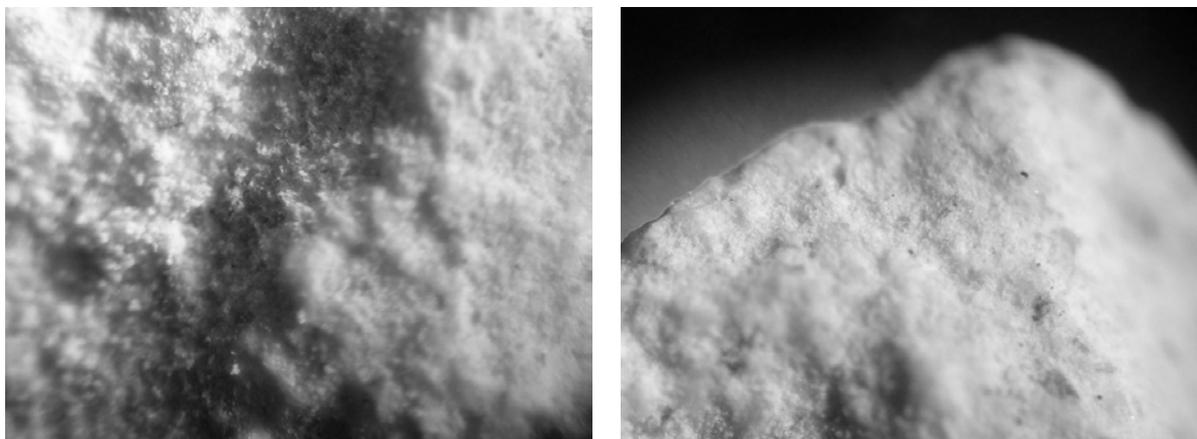


Рис. 1. Общий вид зерна цеолита и его поверхности.

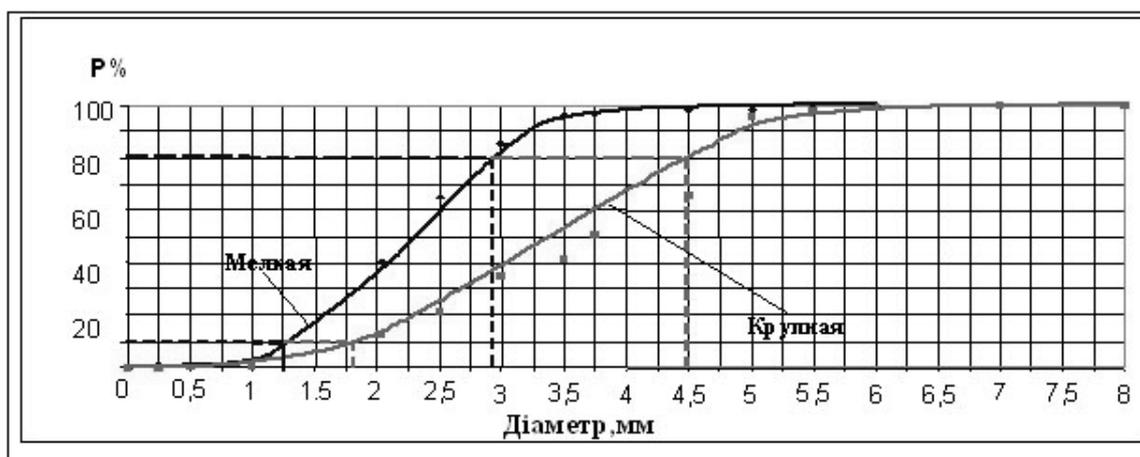


Рис.2. Графики гранулометричного состава сокирницкого цеолита.

Применение цеолита в качестве загрузки фильтров при подготовке питьевой воды регламентировано техническими условиями ТУ 14.5-00292540.001-2001, есть разрешение Головного санэпидемуправління Минздрава Украины и Киевского НИИ коммунальной гигиены

(лист №02-28-1937 от 23.07.1979г.). Ситовый анализ загрузки из цеолита приведен на рис.2.

Таким образом, эквивалентный диаметр зерен составляет для мелкой фракции приблизительно 1,5мм, а для крупной загрузки по массе составляет приблизи-

тельно 2,6мм. Коэффициент неоднородности для мелкой загрузки составляет 2,3; для крупной загрузки - 2,5.

Пористость мелкой и крупной загрузки устанавливалась по стандартным методикам, она приблизительно одинаковая и составляет 48%. При этом цеолит имеет тенденцию при замачивании набухать. Этот процесс длится в течении суток.

Для определения коэффициента формы зерна были проведены исследования на фильтровальной колонке диаметром 150 мм. Коэффициент формы зерна определялся по методике Минца Д.М.

Сокирницкийцеолит имеет коэффициент формы зерна порядка 4...5 в зависимости от крупности и он больше чем у кварцевого песка (коэффициент формы зерна 1,28-1,72) и пенополистирола(коэффициент формы зерна 1,05). В то же время эквивалентный диаметр зерен цеолита значительно больше, чем у песка и пенополистирола - 0,7...1,2 мм, а эффективность очистки на цеолите необходимо обосновать рядом экспериментальных исследований.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ МЕТОДА УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ СЕРОВОДОРОДА И СЕРЫ

Линевич С.Н.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Гетманцев С.В.

ОАО "АУРАТ", Москва, Россия

На территории РФ и ряда стран зарубежья сравнительно широкое распространение получили подземные воды, содержащие сероводород (H_2S). Наличие в воде H_2S ухудшает органолептические свойства воды, повышает ее агрессивность, что препятствует широкому использованию этой категории вод для водоснабжения.

В настоящее время из ряда существующих методов удаления из воды H_2S наибольшее распространение получил окислительно-коагуляционный метод.

Рассматривая H_2S как восстановитель, в окислительно-восстановительных процессах, восстанавливая какое-либо соединение, сульфидный или гидросульфидный ионы способны окисляться до нейтральной серы S или до сульфат-ионов SO_4^{2-} в зависимости от активности и концентрации окислителя, температуры и pH среды. Однако в производственных условиях считается более эффективным окисление сероводорода в воде производить до серы, а не до сульфатов. Таким образом, при окислительной обработке H_2S в воде происходит образование золя серы, что придает воде мутность и характерную опалесценцию. Последнее требует в условиях водоснабжения предусматривать доочистку сероводородных вод от коллоидной серы (S).

Таким образом, удаление из воды H_2S сводится к его переводу в форму золя серы S и затем удаления S, как правило, коагуляцией с последующей фильтрацией или путем контактной коагуляции. К сожалению, эти процессы изучены крайне недостаточно, что лишает возможности их оптимизации. В связи с этим нами были предприняты экспериментально-теоретические исследова-

ния по оптимизации окислительно-коагуляционного метода очистки воды от H_2S и образующегося золя S.

В исследованиях в качестве окислителей H_2S были изучены O_2 , O_3 , $NaClO$, $CaOCl_2$, SO_2 , а в качестве коагулянтов (для S)

$Al_2(SO_4)_3$, $Na_2Al_2O(OH)_6$, $FeCl_3$, $FeSO_4$ и $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$.

Результаты исследований позволили сделать следующие выводы

- адсорбционный и диффузный слои образующейся в H_2S -водах мицелл золя S оказываются различными в зависимости от применяемого реагента-окислителя, что объясняет и различные свойства (электрокинетический потенциал, дисперсность, сорбционные свойства, агрегативную устойчивость) золя S;
- при выборе окислителя H_2S следует отдавать предпочтение: озону (O_3), гипохлориту натрия ($NaClO$) и хлорной извести $CaOCl_2$;
- при введении в воду исследуемых коагулянтов образуются частицы (гидроокислов) положительного знака, что способствует сближению, агрегированию их с отрицательно заряженными частицами золя серы;
- частицы гидролизованных коагулянтов имеют различную структуру и коагулирующую активность в зависимости от вида применяемого коагулянта;
- по коагулирующей активности записан ряд изученных нами коагулянтов:

$Al_2(OH)_nCl_{6-n} > FeCl_3 > Na_2Al_2O(OH)_6 > Al_2(SO_4)_3 > FeSO_4$

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук В.О.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

Пенополистирольные фильтры могут использоваться в двухступенчатых реагентных схемах осветления и обесцвечивания воды после отстойников или осветлителей со взвешенным осадком или в одноступенчатых схемах в качестве контактных пенополистирольных фильтров или пенополистирольных фильтров со слоем растущего взвешенного осадка, в схемах обезжелезивания воды. Для снятия запахов и привкусов в надфильтровое пространство пенополистирольного фильтра можно засыпать слой сорбционной загрузки, лучше активированного угля АГ-3.

Для очистки воды от ионов железа можно использовать аэрацию с последующим фильтрованием. При

невысокой концентрации ионов железа в исходной воде используется обычный пенополистирольный фильтр, а при значительной концентрации ионов железа - со слоем растущего взвешенного осадка и пенополистирольной загрузкой. Возможно встраивать воздухоотделитель и фильтр в металлическую башню-колонну. При обезжелезивании воды окончание фильтроциклов, обычно, определяется достижением предельных потерь напора, а поэтому перевод фильтра из режима фильтрования в режим промывки и наоборот осуществляется с помощью гидроавтоматического устройства без применения запорной арматуры.

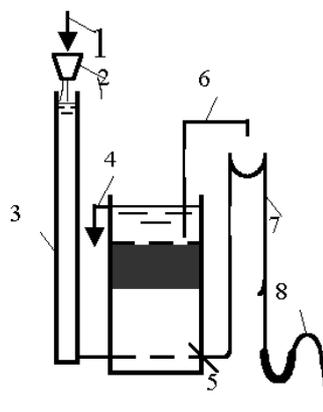


Рис. 1. Пенополистирольный фильтр и гидроавтоматическая установка: 1-подача воды; 2-аэратор, 3-воздухоотделитель; 4- отвод фильтрата; 5-фильтр; 6-воздушная трубка; 7-промывной сифон; 8- гидрозатвор

Скорость фильтрования устанавливается 7...10м/ч на фильтрах без слоя взвешенного осадка и до 4м/ч - со слоем взвешенного осадка. Промывка пенополистирольной загрузки обеспечивается нисходящим потоком очищенной воды с интенсивностью 10...15л/(с·м²) в течение 3...4мин.

Предложенные технологические схемы внедрены на водоочистных станциях Житомирской, Киевской, Хмельницкой, Черкасской, Донецкой областей, Республики Крым, в том числе на Дзержинской фильтровальной станции и Сокольском блоке фильтровальных станций, где реконструированные сооружения обеспечивают подготовку питьевой воды из цветных и маломутных вод рек Северского Донца и Днепра.

В Киевской области на 7 станциях обезжелезивания воды внедрены пенополистирольные фильтры, которые расположены на открытом воздухе. Исходная вода с концентрацией железа до 4мг/л из скважины подается в аэратор и воздухоотделитель. Взаимосвязанность надфильтрового пространства двух металлических фильт-

ров диаметром 3м обеспечивается трубопроводом диаметром 250мм. Для обезжелезивания воды в Дерманском монастыре внедрены пенополистирольные фильтры с гидравлической системой перевода из режима промывки в режим фильтрования и наоборот.

По сравнению с существующими технологическими схемами в которых заключительной степенью очистки являются фильтры с тяжелой песчаной загрузкой, предложенные схемы обеспечивают экономию капитальных вложений на 40...50%, эксплуатационных расходов на 30...40%, расходов электроэнергии на 7...9%, уменьшение расходов воды на собственные нужды на 10...25%, уменьшение объема зданий на 8...36%, уменьшение потребности в железобетонных изделиях на 15...43%, в металлических трубах на 26...51%, в задвижках на 40...52%, отказ от промывных насосов и емкостей, более удачную компоновку сооружений по высоте при высокой посадке резервуаров чистой воды, сокращение количества обслуживающего персонала, значительное упрощение эксплуатации сооружений.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД

Пискайкин В.Н.

МУП АМО "Ангарский Водоканал", Ангарск, Иркутская обл., Россия

Никифорова Л.О.

ООО "Техномост Сервис", Москва, Россия

Опыт эксплуатации осветлителей и гранодиоритовых фильтров на водоочистой станции Ангарского Водоканала показал, что на фильтрах задерживаются высокие концентрации взвешенных веществ, тяжелых металлов и бактериальных загрязнений (табл. 1). Если проводить эксплуатацию оборудования в соответствии с проектными решениями Союзводоканалпроекта по возврату и смешению промывных вод с водой реки Ангара, то происходит постепенное накопление мелких взвешенных частиц в водах, поступающих на гранодиоритовые фильтры, а также повышается показатель бактериального загрязнения. За счет циркуляции в замкнутой системе и дробления минеральной взвеси постепенно снижается эффективность очистки по контролируемым показателям. Наблю-

даются сбои в эффективности ультрафиолетового обеззараживания питьевой воды.

Результаты экологического мониторинга по контролируемым показателям промывных вод на водоочистой станции "Ангарский Водоканал" выявили практическую необходимость разрывать общий объем промывных вод на два потока. Первый поток более концентрированных по загрязнениям промывных вод направлять в резервуар, откуда они будут подаваться на локальную очистку. А объемы промывных вод после четвертой минуты промывки, содержащие низкие концентрации загрязнений, напрямую можно направлять в голову технологической схемы водоочистки (табл. 1).

Таблица 1

Ингредиенты	Время промывки, мин.					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
рН	7,56	7,68	7,65	7,60	7,54	7,50
Взвешенные вещества, мг/л	294,0	174,0	97,5	26,0	7,5	4,5
Окисляемость, мг O ₂ /л	102,3	38,7	18,4	17,6	6,3	5,8
Железо (общ.), мг/л	4,5	3,0	1,5	0,5	0,27	0,22
Медь, мг/л	0,0061	0,0045	0,0033	0,0023	0,0017	0,0014
ОМЧ, КОЕ/1мл	1700	1680	1270	390	300	40

Такое технологическое решение позволит предотвратить появление дополнительной нагрузки на оборудование по мелкой минеральной взвеси, главным образом, состоящей из соединений железа, и бактериальным загрязнениям, а также сократить материальные затраты на очистку промывных вод за счет уменьшения объемов очистных сооружений.

Учитывая высокие концентрации соединений железа в промывных водах наиболее перспективными технологиями для очистки промывных вод на локальных сооружениях

можно рассматривать технологии, использующие физические поля. К ним относятся наименее энергоемкие: постоянные электростатические и магнитные поля. Эти технологии позволяют не только увеличивать скорость изъятия загрязнений, но и достигать эффективность обеззараживания не менее 80%. Использование таких технологий позволяет экономить химические реагенты как хлорсодержащие, так и уменьшать концентрации озона, а также снижать появление в питьевой воде токсичных хлорорганических и перекисных соединений.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Свяжина И.И., Большаков А.А.

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень, Россия

На территории Тюменской области расположено более 3000 населенных пунктов, использующих для водоснабжения подземные воды, качество которых отличается региональными особенностями: низкая температура, высокая газонасыщенность, повышенное содержание железа, марганца, кремния, аммония, органических веществ, нефтепродуктов и фенолов.

Опыт проведенных нами исследований показал, что эффективной технологией очистки воды от кремния, железа и марганца является схема, включающая в себя дегазацию, электрокоагуляцию, фильтрование. После фильтров может устраиваться доочистка в зависимости от исходного состава воды. При повышенном содержании в воде органических веществ, нефтепродуктов и фенолов фильтр заполняют активированным углем, при наличии аммония - местным фильтрующим материалом - цеолитом.

Отсутствие исследований по влиянию технологических параметров процесса электрокоагуляции на эффективность очистки подземных вод для питьевых целей вызывает необходимость проведения специальных работ, посвященных определению оптимальных значений параметров электрокоагуляции для удаления кремния, железа и марганца.

Авторами проведены экспериментальные исследования, установившие плотность тока и удельный расход алюминия для комплексной очистки подземных вод электрокоагуляцией с растворимыми алюминиевыми электродами.

Оптимальное значение плотности тока, обеспечивающее максимальный эффект очистки при минимально возможных затратах электроэнергии составляет 1,4 - 1,5 мА/см².

Удельный расход алюминия при совместном удалении кремния, железа и марганца электрокоагуляцией из

подземных вод составляет: 0,3 мг Al³⁺ на 1 мг Si⁴⁺; 0,42 мг Al³⁺ на 1 мг Fe²⁺; 3,3 мг Al³⁺ на 1 мг Mn²⁺.

Полученные результаты позволяют запроектировать электрокоагуляторы и подобрать электрическое оборудование для очистки подземных вод от характерных для данного региона загрязнений.

Были проведены исследования по определению сорбционной емкости цеолитизированного туфа месторождения Б. Люля (Ханты-Мансийский АО) по отношению к ионам аммония. Полная динамическая емкость составила 2,19 мг NH₄⁺/г.

Апробация предложенной технологии очистки подземных вод на некоторых водозаборах юга Тюменской области подтверждают эффективность ее использования для удаления из подземных вод кремния, железа, марганца, взвешенных и органических веществ до нормативных требований.

Использование комплексной технологии на станции очистки подземной воды Велижанского водозабора г. Тюмени показало, что эффекты удаления кремния составляют - 53 %, железа - 93 %, мутности - 87 %.

Для Новотарманского подземного водозабора разработан проект реконструкции станции и внедрена технология с использованием блока по электрокоагуляции. Эффекты очистки воды от кремния, железа и марганца составили 80%, 93% и 95% соответственно, что удовлетворяет нормативным требованиям. При этом экономический эффект составил 1,85 млн. руб/г при суточном расходе 1600 м³/сут.

Таким образом, использование предложенной технологии очистки подземных вод может быть альтернативным решением проблемы обеспечения небольших населенных пунктов питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТИЛЛЯТА ДОУ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

Ивлева Г.А.

ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия

В основу фильтрационной технологии приготовления искусственной питьевой воды положен метод термического опреснения морской воды, обогащения ее гидрокарбонатом кальция, глубокой адсорбционной очистки от механических и органических веществ и реагентного кондиционирования питьевой опресненной воды до норм СанПиН 2.1.4.1074-01. Для минерализации питьевой воды в качестве солевой добавки используют местную предварительно очищенную минерализованную воду. Указанная технология получила распространение на различных объектах в аридных зонах РФ и за рубежом, а также в автономных условиях эксплуатации (морские суда). Использование фильтрационной технологии приготовления питьевой опресненной воды в народном хозяйстве сдерживается из-за расхода дефицитной пищевой сжиженной углекислоты.

В связи с этим разработана и освоена более эффективная технология приготовления питьевой опресненной воды с использованием побочного продукта опреснения морской воды - сдувочного диоксида углерода (СДУ), разрешенная санитарными органами РФ для применения в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Технология проверена на промышленной установке приготовления питьевой воды производительностью 7200 м³/сут (УППВ-7, 2).

В состав установки включены:

- узел захвата, дозировки и растворения СДУ на дистилляционной опреснительной установке (ДОУ);
- фильтры обогащения с неоднородной кальцийкарбонатной зернистой загрузкой;
- сорбционные фильтры, загруженные гранулированным активированным углем;
- кондиционирование воды по схеме: фторирование+обеззараживание+стабилизация.

Технологические и технические характеристики предлагаемой технологии:

- производительность установок и станций, м³/сут - 1 - 200000;
- доза диоксида углерода г/м³ - до 50;
- загрузка фильтров обогащения - гранулированный природный ракушечник или дробленая мраморная крошка, доломит;
- крупность кальцийкарбонатной загрузки, мм - 0.5 - 5;
- время контакта диоксида углерода, мин:
 - с кальцийкарбонатной загрузкой - не менее 12;
 - с раствором гидроксида кальция - не менее 2.
- фторирующий реагент - фтористый натрий, обеспечивающий содержание фторид-иона в питьевой воде, г/м³ - 1.2-1.5;
- стабилизация щелочным реагентом дозой, обеспечивающей потенциал осаждения карбоната кальция 4-10 г CaCO₃/м.

В настоящее время реализована разработанная технология получения из сдувочных газов дистилляционных опреснителей жидкой углекислоты пищевого качества согласно ГОСТ 8050-85. Содержание диоксида углерода в его компримированной форме находится в пределах 98.8-99.9% объемных. Сопутствующие примеси, определение которых регламентировано ГОСТ, а именно: оксид углерода, минеральные масла, механические примеси, сероводород, соляная, сернистая, азотистая кислоты, органические соединения (спирты, эфиры, альдегиды, органические кислоты, ароматические углеводороды), аммиак, этаноламины в жидкой углекислоте ДОУ практически отсутствуют. Массовая концентрация водяных паров, определенная аналитически, находится в пределах норм ГОСТ (0.037-0.184 г/м) при значениях точки росы соответственно (-48) и (-34)°С.

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ



Сарсембеков Т.Т.

Секретариат интеграционного комитета Евразийского экономического сообщества, Алматы, Республика Казахстан

Сарсембеков Н.Т.

Министерство здравоохранения Республики Казахстан, Астана, Республика Казахстан

В странах Центральной Азии речной сток, наряду с подземными водами, имеет важное значение для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения региона. В последнее время отмечается тенденция возрастающего использования для хозяйственно-питьевых целей поверхностных вод, что предъявляет особые требования к качеству вод трансграничных рек. Все крупные реки Центральной Азии являются трансграничными и их сток, подвергаясь постоянному загрязнению, обуславливает отмечаемое в регионе снижение доступа населения к качественной питьевой воде и ухудшение его показателей состояния здоровья. Поверхностные воды в речных бассейнах могут быть использованы для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения только после соответствующей очистки. Значительная часть промышленных, сельскохозяйственных, бытовых отходов в явном или ином виде попадают в реки. Неблагополучная экологическая обстановка в странах Центральной Азии связана, в первую очередь, с загрязнением водных источников сточными водами населенных пунктов и промышленных предприятий, а также коллекторно-дренажными водами с орошаемых полей. Последствия ограниченного доступа к питьевой воде из-за снижения ее качества затрагивают, прежде всего, бедные слои населения региона, не имеющих, как правило, удовлетворительных санитарно-гигиенических условий проживания и возможности пользоваться услугами здравоохранения. Более того, следует иметь в виду политические аспекты этой проблемы. Возрастающее водопотребление и, соответственно, загрязнение водных источников в регионе ведут к конфликтам и конкурирующему спросу на воду, как на национальном, так и на региональном уровнях.

В регионе в настоящее время около 36,1 млн. человек или 64 процента населения имеют доступ к централизованному водоснабжению, но этот показатель по ряду объективных причин требует существенной корректировки. В Казахстане, Таджикистане и Туркменистане охват системами водоснабжения в городах более высокий по сравнению с сельским районами. Канализация доступна примерно для 11,4 миллиона человек или 22 процентов населения, в основном, в городских районах. Отсутствие эффективной системы организации водоснабжения, особенно в сельской местности и крайне неудовлетворительное техническое состояние водопроводных сетей и канализации являются одним из главных препятствием для улучшения санитарно-гигиенической ситуации, состояния здоровья населения и устойчивого развития региона. Многие системы водоснабжения городов и других населенных пунктов не мо-

гут обеспечить подготовку питьевой воды в полном соответствии с санитарно-гигиеническими нормативами. Действующие в странах Центральной Азии системы водоснабжения не отвечают требованиям надежности водоподдачи и качества питьевой воды, не имеют необходимого комплекса очистных сооружений, на многих водозаборах не соблюдаются режимы санитарной охраны. Большинство областных центров в странах региона не имеют достаточных по мощности канализационных очистных сооружений, неочищенные стоки направляются на поля фильтрации или в накопители и попадают в водосборные участки рек.

В неудовлетворительном состоянии находятся водоразводящие сети, износ которых доходит до 70% и непрерывно возрастает, что обуславливает частые аварии и, как следствие, загрязнение воды. Более 20-30% воды теряется из-за утечек в водопроводных сетях жилого фонда, коррозии и износа водоводов. Имеющиеся мощности водопроводов в силу большого их физического износа, устаревшей технологии водоочистки не обеспечивают бесперебойного водоснабжения. Используемые технологии водоподготовки в условиях продолжающегося ухудшения качества воды в водоисточниках не обеспечивают подготовку воды до нормативных требований. В последнее время в бытовых сточных водах стали преобладать стоки моющих средств зарубежного производства, трудно поддающиеся очистке и с большим периодом сохранения вредного воздействия на природную среду и, соответственно, загрязняющие водные источники. Охрана качества вод в бассейнах трансграничных рек рассматривается как самая актуальная проблема в управлении водными ресурсами в регионе. Безопасность питьевого водоснабжения должна стать одной из главных составляющих общей водохозяйственной и экологической политики в странах Центральной Азии и важнейшим направлением межгосударственного сотрудничества. Защита водных ресурсов от трансграничного загрязнения, а не борьба с его последствиями должна стать приоритетной задачей региональной водной политики. Под такой политикой надо понимать, прежде всего, готовность каждой страны осуществлять национальные планы действий на основе унифицированных санитарных и экологических критериях, стандартах водопользования. Эффективное осуществление национальной водной политики следует рассматривать основным вкладом страны в укрепление регионального сотрудничества в области совместного использования трансграничных вод и обеспечения безопасности водоснабжения. Базовые основы общей

систем контроля качества питьевой воды в Центральной Азии, видимо, должны формироваться на рекомендациях Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), которая активно проводит работу по совершенствованию "Руководства по контролю качества питьевой воды", включая в него широкий круг нормативов по предельно допустимым концентрациям загрязнений питьевой воды антропогенными токсичными продуктами, в том числе органическими соединениями, обладающими канцерогенным и мутагенным действиями, тяжелыми металлами, продуктами дезинфекции и др. Следует иметь в виду, что, в свою очередь, Международная организация по стандартизации (ИСО) силами технического комитета "Качество воды" (ТК 147) осуществляет разработку комплекса международных стандартов, регламентирующих методы контроля качества воды с охватом основной номенклатуры нормируемых видов загрязнений. Наряду со стандартами ИСО, во многих промышленно развитых странах мира различными научными организациями и обществами разрабатываются и внедряются национальные документы по методам контроля качества питьевой воды, ориентированные на использование технических средств контроля, производимых в конкретной стране.

Важное значение в улучшении питьевого водоснабжения, охраны водных источников, имеет участие общественности, обеспечение доступа к информации по этой проблеме.

В большинстве Центральной Азии разработаны национальные концепции здравоохранения, однако связь между вопросами безопасности и доступности водоснабжения, общественного здравоохранения, бедности, социально-экономического развития и экологии еще не получила адекватного признания в политике развития стран региона. Программы здравоохранения все еще формулируются и реализуются изолированно и сконцентрированы на корректирующих, а не на предупредительных мерах, особенно в

отношении вопросов обеспечения безопасности водоснабжения, улучшения санитарных условий и охраны окружающей среды.

Проблема безопасности водоснабжения - это один из вызовов, с которыми сталкивается человечество в результате кризиса водных ресурсов. Международным сообществом для его преодоления обозначена цель: к 2015 г. вдвое сократить процент населения, не имеющего доступа к водоснабжению и канализации. 2005-2015 гг. объявлены Организацией Объединенных Наций Десятилетием питьевого водоснабжения и за этот период каждая страна должна подготовить и осуществить национальные планы действий по интегрированному управлению водными ресурсами и водообеспечению, которые должны рассматриваться важнейшим компонентом устойчивого развития. Странам Центральной Азии для этого потребуется провести институциональные, правовые и организационно-экономические реформы водного сектора, выработать водохозяйственную политику, способную поддерживать развитие водного сектора и его инфраструктуру на различных уровнях управления. Приоритетом национальных и региональных действий и межгосударственного сотрудничества должно быть обеспечение безопасности питьевого водоснабжения населения и доступ к санитарии. Для этого необходимо сближение национальной политики и стратегий в области охраны и использования трансграничных вод на основе общих положений, содержащихся в международных конвенциях и руководящих принципах в области использования и охраны трансграничных водотоков, санитарной их безопасности. Национальные стратегии охраны и использования водных ресурсов должны предусматривать переход к экосистемному управлению водными ресурсами, унификацию критериев и целевых показателей качества воды, применение согласованных методов сбора данных и обмен информацией.

УДАЛЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ ФОРМ МАРГАНЦА ИЗ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.ЕКАТЕРИНБУРГА

Брусницына Л.А.

Екатеринбургское МУП водопроводно-канализационного хозяйства,

Екатеринбург, Россия

К характерным особенностям качества воды поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Екатеринбурга (Волчихинское водохранилище, Верх-Исетский пруд, река Решетка) относится увеличение содержания растворимых форм марганца в период ледостава и, в отдельные годы, в летние месяцы июль-август при прогревании воды в источниках выше +20°C. Это связано со снижением концентрации растворенного кислорода в воде, в результате чего преобладают восстановительные процессы; марганец из нерастворимых форм в донных отложениях переходит в растворимые соединения. Максимальные содержания марганца по многолетним наблюдениям фиксируются в апреле, т.е. к концу ледостава и достигают значений от 0,3 мг/дм³ до 0,6 мг/дм³, т.е. 3-6 ПДК.

Растворимый марганец окисляется очень медленно и традиционные схемы водоподготовки: одно и двухступенчатые, с применением жидкого хлора, коагулянта, флокулянта, не обеспечивают удаление марганца до нормативной величины.

Впервые, с целью удаления марганца, с конца марта 2003 г. по апрель 2004 г. включительно, на одной из фильтровальных станций с поверхностным источником производительностью 1200 м³/сут. проведены испытания реагентом - перманганатом калия. Получены положительные результаты во все времена года (зимой - декабрь, февраль, январь; весной - март, апрель, май; осенью - сентябрь, ноябрь). При правильно подобранной дозе перманганата калия возможно удаление марганца в обработанной воде практически до его отсутствия. Доза перманганата калия по продукту в зимнее время и ранней весной составила 0,5-1,0 мг/дм³, в осенний период 1,5-2,0 мг/дм³.

Наряду с возможностью удаления марганца, изучалось влияние этого реагента на окисляемость перманганатную обработанной воды, т.е. на снижение органической составляющей. Добавление перманганата калия интенсифицирует процесс коагуляции, в результате чего эффективность очистки во все времена года по окисляемости перманганатной, цветности на 5-10% выше. Но желаемого результата по окисляемости перманганатной: 1,0 мг/дм³ и ниже не получили даже при введении 3,0 мг/дм³ реагента (перманганата калия), дальнейшее увеличение дозы приводило к превышению норматива по марганцу в обрабатываемой воде.

В зимний период времени и ранней весной, вводимые дозы реагента совместно с оптимальными дозами коагулянта и флокулянта обеспечивали нормативное качество воды уже после фильтра по микробиологическим показателям и вкус родниковой воды.

Выявлена возможность эффективной работы перманганата калия при периодическом введении для удаления марганца. Для конкретных сооружений 5-10 дней реагент дозируется, и столько же времени эффект очистки до нормативных значений по марганцу сохраняется без подачи реагента.

Таким образом, в ходе испытаний установлено: перманганат калия является одновременно окислителем, сорбентом, дезинфектантом и вспомогательным средством коагуляции.

Перманганат калия - эффективный реагент для удаления растворимых форм марганца из поверхностных вод, которые являются основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Данный метод может быть внедрен на крупных фильтровальных станциях.

УЛУЧШЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ ЭВТРОФНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА СТАНЦИЯХ Г. ИЖЕВСКА



Помосова Н.Б. Становских А.А. Ткачук Е.А.
МУП "Ижводоканал", Ижевск, Россия

Интенсивное цветение Ижевского водохранилища сине-зелеными водорослями привело к острой проблеме водоснабжения города - появление специфического запаха в питьевой воде. Условия водной среды, необходимые для производства водорослями метаболитов, вызывающих запах воды, еще недостаточно изучены. Таким образом, без знаний о конкретных видах водорослей и окружающих их условиях невозможно определить специфическую взаимосвязь причины и следствия возникновения запахов воды. Вероятно, наложение ряда факторов, таких как низкий водообмен в Ижевском водохранилище, загрязнение водоема биогенными и органическими веществами, нарушение работы гидротехнических сооружений, климатические факторы и т.д. стали причиной роста биомассы фитопланктона и особенно представителей сине-зеленых водорослей, жизнедеятельность которых вызвала появление интенсивного запаха воды.

С 2003г. проблемы запаха воды стали регулярно повторяться с ранней весны и по октябрь месяц. Появление запаха в питьевой воде интенсивностью более 2 аллов, превышающей нормативные требования СанПиН 2.1.4.1074-01 по органолептическим показателям, потребовало от специалистов МУП г. Ижевска "Ижводоканал" предпринять срочные меры по изучению данной проблемы и на основе полученных результатов провести на станции ряд необходимых мероприятий, основными из которых являются:

- расширенные исследования показателей качества воды по цепочке: источник - очистные сооружения - потребитель в ведущих аналитических центрах страны;
- изменение режимов реагентной обработки и обеззараживания воды;
- внедрение окислительно-сорбционных технологий в процесс водоподготовки;
- изменение эксплуатационных режимов работы сооружений;
- поиск новых, более эффективных технологий для борьбы с фитопланктоном и запахом.

Каждое направление включает комплекс мер, основанных на полученных результатах при исследованиях в лабораторных условиях и практическом опыте предприятия, а также станций подготовки воды в различных регионах страны, столкнувшихся с аналогичной проблемой.

Очистка воды на станции водоподготовки осуществляется по традиционной двухступенчатой схеме, предусматривающей отстаивание в горизонтальных отстойниках и фильтрацию на скорых фильтрах с применением

реагентов: коагулянта, флокулянта и хлора. В результате научных исследований и опыта работы станции водоподготовки было установлено, что при хлорировании воды, содержащей одоранты природного происхождения, происходит усиление и трансформация запаха, в результате чего формируется специфический запах, напоминающий, например, запах дуста. В связи с этим на станции был изменен режим обеззараживания воды. Вместо общеизвестного первичного и вторичного хлорирования воды была внедрена система дробного хлорирования, при которой ввод хлора может производиться в три точки: перед смесителем, после первой ступени очистки и перед РЧВ. Указанная система дает возможность оперативного изменения режима хлорирования в зависимости от сложившейся обстановки без нарушения санитарного состояния на станции. Например, в период цветения пруда доза первичного хлорирования снижается до минимальных значений, а в исключительных случаях вообще заменяется перманганатом калия, который с целью увеличения времени контакта вводится на насосной станции первого подъема. В этом случае обеззараживание воды производится промежуточным и вторичным хлорированием. Кроме того, для снижения влияния хлора на усиление и трансформацию запахов был испытан на опытно-промышленной установке, а потом и в производстве метод аммонизации воды. Ввод раствора сульфата аммония по схеме водоподготовки предусмотрен перед каждой точкой ввода хлора. Следует отметить, что система дробного хлорирования и аммонизация воды позволяет снизить образование хлорорганических соединений и сократить расход хлора.

Общеизвестно, что наиболее эффективным и экономически - оправданным способом удаления одорантов в случаях, когда необходимость удаления запахов возникает периодически, является обработка воды порошкообразными активированными углями (ПАУ). С этой целью на станции с 2004г. начали применять углевание. Основные параметры углевания: марка, доза угля, время контакта с обрабатываемой водой, разрыв во времени между вводом ПАУ и других реагентов были подобраны исходя из конструктивных возможностей существующих сооружений и результатов лабораторных исследований. На станции предусмотрено две точки ввода ПАУ: перед смесителем и скорыми фильтрами.

В результате проведенной комплексной работы на станции водоподготовки были получены определенные положительные результаты:

- эффективность работы очистных сооружений по снижению общего содержания фитопланктона в воде достигла - 99%;
- органолептические показатели очищенной воды не превышают установленных нормативов.

Однако достигнутых показателей не достаточно для надежного водоснабжения города в условиях эвтрофикации водоема. В связи с этим на предприятии продолжается поиск новых методов создания надежного барьера фитопланктону и запахам на очистных сооружениях водоподготовки.

УМЕНЬШЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПУТЕВОЙ РАЗДАЧИ ВОДЫ ИЗ НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ ДОБАВОК ПОЛИАКРИЛАМИДА

Чернюк В.В., Орел В.И.

Национальный университет "Львовская политехника", Львов, Украина

Постановка проблемы. Путевая раздача жидкости из напорных трубопроводов распространена в ирригации, встречается в водоснабжении, в водоотведении, в аппаратах химических производств. Однако, на практике реализуется неравномерная раздача жидкости. Чернюком В.В. в 1984 г. была высказана гипотеза о возможности уменьшения неравномерности путевой раздачи воды из напорного трубопровода введением в поток добавок полиакриламида (ПАА).

Цель работы - исследовать влияние добавок полиакриламида на неравномерность дискретной путевой раздачи воды из напорного трубопровода.

Исследовательский стенд. Исследования проводились при гравитационной подаче воды на стальной экспериментальный распределительный трубопровод (РТ) с внутренним диаметром $D = 8,21$ мм и рабочей длиной

$L = 2644$ мм. Водовыпускные патрубки длиной 25 мм и с внутренним диаметром $d = 3,2$ мм расположенные с интервалом, кратным $10D$. Рабочий напор на экспериментальном РТ был 3740 мм.

Методика экспериментов. Слабоконцентрированные водные растворы ПАА готовили из 8%-го технического геля полиакриламида (ТУ 6-01-1049-92). Концентрация C определялась по содержанию в растворе чистого безводного вещества ПАА. С целью предотвращения влиянию механической деструкции молекул полимера на результаты исследований течение растворов осуществляли под действием сил гравитации. Температура растворов во время опытов находилась в пределах $19,0-23,5^{\circ}\text{C}$. Число Рейнольда $Re = VD/\nu$ в начале РТ составляло 18640 при течении воды.

Математическая обработка результатов исследований. Сквозность РТ, равную $f = 1,469$, вычисляли по формуле

$$f = \frac{n \cdot \omega}{\Omega}, \quad (1)$$

где ω - площадь поперечного сечения водовыпускного патрубка,

$$\omega = \pi d^2/4;$$

d - его внутренний диаметр,

$$d = 3,2 \text{ мм}; n - \text{количество патрубков};$$

Ω - площадь поперечного сечения экспериментального РТ,

$$\Omega = \pi D^2/4; D - \text{его диаметр, } D = 8,21 \text{ мм}.$$

Неравномерность отсоединения жидкости вдоль РТ:

$$\eta = \frac{q_n}{q_k}, \quad (2)$$

где q_n , q_k - значение расхода жидкости соответственно из первого и последнего водовыпускного патрубка на РТ.

Относительное уменьшение неравномерности путевого распределения жидкости, вызванное действием добавок ПАА сравнительно с течением воды за других аналогичных условий:

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\eta_w - \eta_s}{\eta_w} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где индексы "w" и "s" отвечают течения воды и водных растворов полимера.

Строились графические зависимости $H_i/H_1 = f(x/L)$ и $q_i/q_1 = f(x/L)$, где H_1 - пьезометрический напор в начале РТ; q_1 - расход жидкости через первый водовыпускной патруб-

ок; x/L - относительная длина РТ; L - рабочая длина РТ, $L = 2644$ мм; x - расстояние от начала РТ до i -го штуцера отбора напоров или до i -го водовыпускного патрубка.

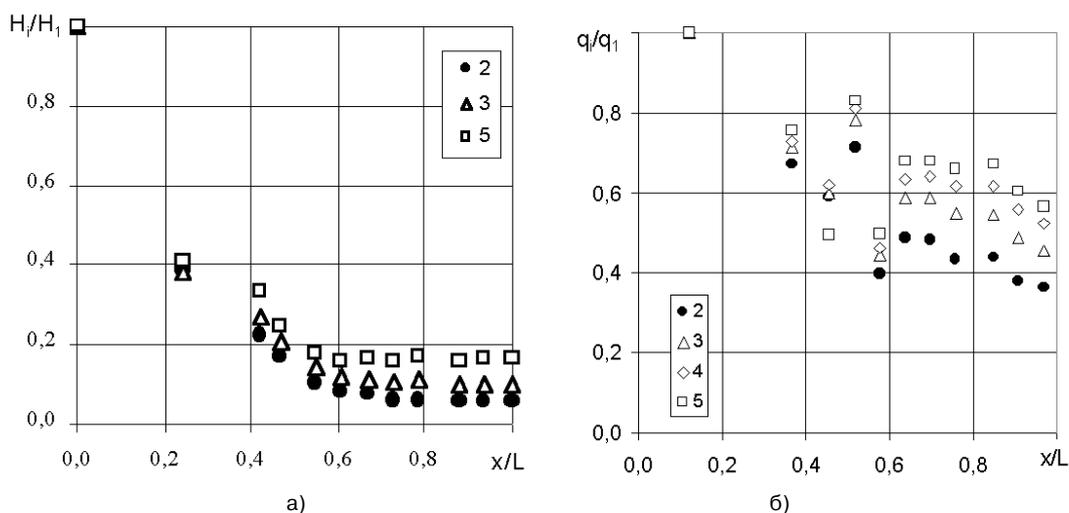


Рис.

Относительное изменение вдоль РТ: пьезометрический напор (а) и путевое распределение жидкости (б) при течении воды (2) и водных растворов ПАА с концентрациями C , кг/дм³: 10^{-5} (3); $5 \cdot 10^{-5}$ (4); 10^{-4} (5); $f = 1,469$.

Результаты исследований. По сравнению с водой добавки ПАА в водном растворе с $C = 10^{-5}$ кг/дм³ за счет снижения потерь напора по длине РТ ($f = 1,469$) увеличился пьезометрический напор на последней трети РТ на 82,4%, а в растворе ПАА с $C = 10^{-4}$ кг/дм³ - на 179,1% (рис. а). Как следствие, поскольку $q_i = f(H_i)$, с увеличением H_i возросли значения q_i .

При течении водного раствора ПАА с $C = 10^{-5}$ кг/дм³ получена неравномерность путевого распределения жидкости $\eta_p = 2,198$, а для $C = 10^{-4}$ кг/дм³ - $\eta_p = 1,770$ (рис.

б). Относительное уменьшение неравномерности путевого распределения жидкости $\Delta\eta/\eta$, вызванное действием добавок ПАА, по формуле (3) составило 20,6% для $C = 10^{-5}$ кг/дм³, а при $C = 10^{-4}$ кг/дм³ достигло 36,1%, что является существенным.

Выводы. Добавки полиакриламида к воде в количестве $C = 10^{-4}$ кг/дм³ вызвали относительное ($\Delta\eta/\eta$) снижение на 36,1% неравномерности дискретной путевой раздачи жидкости из напорного распределительного трубопровода $D = 8,21$ мм со скважностью $f = 1,469$ (по сравнению с течением воды без добавок). Итак, возможным является регулирование путевой раздачи жидкости введением в поток гидродинамически-активных добавок.

УМЯГЧЕНИЕ И ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ КРЕМНЕЗОЛЯМИ



Хизриева И.Х., Алиев З.М.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Известно, что жесткая вода приводит к образованию накипи на поверхности нагрева, что ухудшает теплоотдачу, вызывает перерасход топлива и перегрев металла. Таким образом, воду, потребляемую промышленностью, особенно паросиловым хозяйством, а тем более для питьевых целей, необходимо очистить от различных примесей и умягчить.

В природных водах кроме солей жесткости содержатся и другие примеси, в частности, соли железа, содержание которых колеблется от 0,01 до 26 мг/л. При содержании железа более 1 мг/л вода приобретает бурый цвет. При движении такой воды по трубопроводу на стенках откладываются соединения железа и железобактерии, уменьшая его сечение.

Гидрозоли двуокиси кремния - кремнезоли - находят все большее применение в различных отраслях народного хозяйства. Потребность растет в агрегативно устойчивых и концентрированных золях, имеющих достаточно высокую активность поверхности частиц. Они применяются в качестве связующего материала, как носители катализаторов, исходное сырье для сорбентов.

Нами были проведены исследования адсорбционных свойств кремнезольей различного состава для умягчения и обезжелезивания питьевой воды.

Оптимальные параметры сорбции от продолжительности контакта были определены по остаточным концентрациям ионов металлов. Продолжительность контакта с сорбентом составляет 25 мин при оптимальном $pH = 7-8$.

УСТАНОВКА ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Балоян Б.М., Голубков В.Г., Якимович О.И.

Филиал "Угреша" Международного университета природы, общества и человека "Дубна", Дзержинский, Московская обл., Россия

Ивенин В.А., Чуднова Т.А.

ДМУП НЦ экологической безопасности "Центр-экология", Дзержинский, Московская обл., Россия

Разработан параметрический ряд установок локальной очистки питьевой воды средней производительности на основе фильтров непрерывного действия.

Установки могут быть использованы на водозаборных узлах, на локальных очистных сооружениях для отдельных скважин, на распределительных пунктах для подачи воды при ее транспортировании от водозабора к потребителю, для отдельного жилого комплекса, многоквартирного дома или подъезда. Установки прошли сертификацию в системе Госстандарта, имеют сертификат соответствия и санитарно-гигиеническое заключение, запущены в производство на предприятии ВПК.

Установки предназначены для улучшения органолептических показателей и обезжелезивания воды и рассчитаны на снабжение не менее 250 потребителей (производительность от 5 м³/час), позволяют обеспечить население качественной питьевой водой и сократить ее потери, что способствует решению комплекса проблем по оздоровлению населения, рациональному использованию питьевой воды, улучшению организации питьевого водоснабжения, сохранению природных ресурсов и охране окружающей среды.

Технология на основе непрерывных фильтров обеспечивает одновременную фильтрацию (очистку) воды и

промывку отработанного слоя фильтрующей загрузки с отводом промывной воды.

Принципиальная схема установки локальной очистки питьевой воды представлена на рисунке и предусматривает подачу воздуха в исходную воду через водовоздушный эжектор или от компрессора; фильтрацию воды через слой природного материала (кварцевый песок, цеолит, шунгит, антрацит) с одновременной промывкой загрязненного фильтрующего материала, сбор промывных вод с обработкой их в тонкослойном отстойнике с возвращением осветленной воды на очистку; возможно введение перманганата калия до дополнительного окисления железа (II) и органических соединений, бактерицидную обработку очищенной воды ультрафиолетовым излучением.

Установки локальной очистки питьевой воды полностью автоматизированы. При разработке программно-технического комплекса АСУ были учтены возможные специфические условия эксплуатации установки (переменный расход потребляемой воды в зависимости от времени суток).

Определение оптимальных значений параметров технологического процесса очистки воды проводится в процессе пуско-наладочных работ.



Рис. Принципиальная схема.

Выводы

1. разработан параметрический ряд ресурсосберегающих автоматизированных установок локальной очистки питьевой воды средней производительности на основе фильтров непрерывного действия для использования на водозаборных узлах, на локальных очистных сооружениях для отдельных скважин, на распределительных пунктах для подачи воды при ее транспортировании от водозабора к потребителю, для отдельного жилого комплекса, многоквартирного дома или подъезда.

2. предлагаемые установки предназначены для снабжения не менее 250 потребителей питьевой водой в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" и позволяют исключить потери питьевой воды и вредные выбросы, что способствует решению комплекса экологических и социально-экономических проблем.

УСТАНОВКИ ДООЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Псахис Б.И.

НТИЦ "Водообработка" Физико-химического института НАН Украины, Одесса, Украина

Известно, что потребности человека в воде для питья и приготовления пищи составляют три литра в день, т.е. Одессе с населением около одного миллиона человек необходимо для этих целей около 4 500 м³ в сутки. В то же время, сооружения одесского водопровода очищают и подают ежесуточно в город 600000 м³, т.е. в 130 раз больше!

Вся эта вода вполне пригодна для санитарных целей, но пить ее, мягко говоря, нежелательно. Если сопоставить две цифры 4,5 и 600 тыс. м³/сут, то понятен ход рассуждений НТИЦ "Водообработка", определивший стратегию производства очищенной питьевой воды. Действительно, хорошо очистить все 600 000 м³/сутки весьма сложно (по экономическим, техническим и технологическим соображениям), а 4500 м³/сутки - вполне реально.

В НТИЦ "Водообработка", начиная с 1990 г, разработан ряд установок (УОФВ) для улучшения качества воды, подаваемой хозяйственно-питьевым водопроводом. В этих установках осуществляются процессы озонирования, фильтрации воды через кварцевый песок, сорбции на гранулированном активном угле, ультрафиолетового облучения.

Первая локальная установка (мини-завод) доочистки водопроводной питьевой воды, размещенная в специальном торговом павильоне (контейнере), построена в г. Одессе в 1994 г. Ее производительность 20 м³/сутки и она предназначена для снабжения жителей близлежащих домов высококачественной питьевой водой.

На базе первого мини-завода был сконструирован серийный образец, в котором применена усовершенствованная технологическая схема:

- отсутствует разделительная колонна;
- все аппараты имеют одинаковые размеры.
- усовершенствована конструкция озонатора (используется новая система подготовки воздуха).

НТИЦ "Водообработка" создал модернизированный вариант серийного мини-завода, где полностью автоматизирован процесс обработки воды, и функции оператора сводятся только к устранению аварийных ситуаций. Такие мини-заводы длительное время эксплуатируются в Одессе, Николаеве, Симферополе, Запорожье, Кировограде и других городах.

НТИЦ "Водообработка" создает установки доочистки питьевой воды для детских и лечебных учреждений производительностью до 2 м³/сутки. Отличительная особенность этих установок состоит в том, что здесь применена безнасосная схема с использованием вакуумного озонатора.

Установки УОФВ запатентованы, на конструкции установок и очищенную воду разработаны и утверждены Технические условия Украины.

На всех действующих установках УОФВ осуществляется регулярный лабораторно-производственный (всесторонний) контроль качества воды.

Предпочтение озону специалисты НТИЦ "Водообработка" отдают по нескольким причинам.

Озон является сильным бактерицидным и вирулицидным агентом. Как дезинфектант, он оказывает непосредственное влияние на цитоплазму и ядерную структуру клеток бактерий, вызывая прекращение активности энзимов. Вирусы уничтожаются при полном окислении их материи, состоящей из белка и одной из нуклеиновых кислот. Совокупность всех форм окисляющего и дезинфицирующего воздействия озона весьма эффективно на разных стадиях обработки воды. При этом удаляются коллоидные вещества, токсичные микроорганизмы, растворенные органические вещества естественного и искусственного происхождения, придающие воде цветность, запах, привкус. Насыщение воды кислородом в ходе озонирования способствует повышению степени окисления веществ, а также наиболее полному удалению растворенных органических загрязнителей биологическим путем.

Фильтрация воды через активные гранулированные угли устраняет мутагенную активность, вызываемую озонированием, в том числе - водопроводной воды, ранее прошедшей обеззараживание хлором и содержащей побочные продукты дезинфекции (тригалогенметаны и т.п.).

Анализ эффективности дополнительной очистки воды в установках типа "УОФВ", позволяет считать их достаточно эффективным способом оптимизации и "нормализации" качества питьевой воды, а значит и здоровья ее потребителей.

ФОРМИРОВАНИЕ БИООБРАСТАНИЙ НА ТРАДИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Менча М.Н.

Коммунальное унитарное многоотраслевое предприятие жилищно-коммунального хозяйства
"Барановичское городское ЖКХ", Барановичи, Республика Беларусь

Вода подземных источников, являясь высококачественной в санитарно-бактериологическом отношении, содержит определенное количество непатогенных микроорганизмов, которые, не представляя прямой опасности для потребителя, в условиях наличия необходимых биогенных элементов, минимального содержания органических веществ, отсутствия антагонистов, могут активно размножаться на поверхностях оборудования, образуя биообрастания, оказывающие значительное влияние на эксплуатационные характеристики системы водоснабжения.

Биообрастания являются причиной ухудшения качества воды по органолептическим, химическим и микробиологическим показателям. Они приводят к коррозионным разрушениям оборудования, снижают пропускную способность водопроводов, увеличивают расходы на содержание, ремонт и замену труб, а также приводят к нарушению гидравлического режима работы водопроводной сети и к увеличению энергетических затрат на подачу воды потребителям.

Очевидно, что интенсивность биообрастаний зависит как от химического и микробиологического состава питьевой воды, условий эксплуатации системы водоснабжения, так, в определенной мере, и от материала поверхностей оборудования системы водоснабжения, на которых они образуются.

До недавнего времени наиболее широко в строительстве сетей водопровода в Республике Беларусь использовались чугунные трубопроводы. В настоящее время предприятием "Водоканал" г. Барановичи эксплуатируется 336 км сетей диаметром от 15 до 500 мм. При этом, 82,6 % водопроводных сетей изготовлены из чугуна, 7,7 % - из стали, 8,0 % - из железобетона и только 1,7% из полимерных материалов. Тем не менее многими водопро-

водными хозяйствами уже признаны существенными такие свойства полимерных трубопроводов, как удобство монтажа и проведения ремонтных работ, а также высокие эксплуатационные характеристики.

Представляло интерес оценить подверженность различных материалов к формированию на их поверхностях биообрастаний.

Лабораторные исследования по оценке обрастания различных материалов проводили в стеклянных емкостях объемом 3 л, наполненных водопроводной водой. Пластинки из стали, чугуна, полиэтилена и кусочки бетона с известной площадью поверхности погружали в воду на специальных подвесках. Для контроля использовали так же стеклянные пластинки. Скорость потока воды составляла 1,5 см/мин. Опыт проводили при $t = 10-20^{\circ}\text{C}$ в течение 120 часов. По окончании опыта определяли вес образцов, высушенных до постоянной массы при 105°C . Рассчитывали количество обрастаний, образующихся на площади 1cm^2 за 100 часов пребывания пластинок в воде.

Наблюдения за биообрастаниями, образованными на поверхности стали, чугуна, стекла, полиэтилена и бетона, показали (таблица), что наиболее интенсивно подвергается обрастанию бетон (в 2,0 раза эффективнее, чем чугун и в 2,3 раза, чем сталь), менее - полиэтилен.

Интенсивность обрастания полиэтилена составляет всего $25\pm 5 \text{ мг/см}^2/100 \text{ ч}$, что почти в два раза ниже, чем чугун и стали, которые обрастают практически в одинаковой степени.

Итак, интенсивность биообрастания зависит от материала поверхностей, на которых оно образуется, что подтверждает необходимость широкого применения в практике водоснабжения трубопроводов из полимерных материалов.

Таблица. Интенсивность образования биообрастаний различных материалов

Материал	Длительность опыта, ч	Биомасса обрастания, $\text{мг/см}^2/100 \text{ ч}$
Сталь	120	40+3
Чугун	120	45+5
Бетон	120	92+8
Полиэтилен	120	25+5
Стекло	120	61+7

ФТАЛАТЫ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ Г.УФЫ

Вождаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Гребнева Ю.В., Киреева Е.Н.
МУП "Уфаводоканал", Уфа, Россия

Фталаты получили повсеместное распространение благодаря их широкому применению в промышленности в качестве пластификаторов. Накопление фталатов в объектах окружающей среды обусловлено способностью их к миграции из полимерных материалов при хранении или утилизации, относительно высокой растворимостью в воде, длительным периодом полураспада в природных условиях и устойчивостью к биологической трансформации. Согласно требованиям ВОЗ ди(2-этилгексил)фталат включен в список приоритетных загрязнителей воды, а содержание диметилфталата, диэтилфталата и дибутилфталатов в воде лимитируется и требованиями государственных нормативов России. Агентством по охране окружающей среды США в список приоритетных загрязнителей воды, получивших глобальное распространение, включены шесть эфиров фталевой кислоты: диметилфталат, диэтилфталат, ди-н-бутилфталат, н-бутилбензилфталат, ди(2-этилгексил)фталат, ди-н-октилталат.

Нами исследован характер распределения в питьевой воде и воде водоемчиков г. Уфы диэтилфталата, ди-н-бутилфталата, ди-изо-бутилфталата, ди(2-этилгексил)фталата за период декабрь 2004 - декабрь 2005 гг. Возможными причинами попадания фталатов в питьевую воду наряду с техногенными загрязнениями источника водоснабжения, согласно литературным данным, является применение труб, различных емкостей из полимерных материалов, их присутствие в фильтрах на станциях водоподготовки. В аналитической практике работа по определению фталатов затруднена необходимостью предварительной очистки реагентов и посуды от этих соединений, проведением большого числа холостых и контрольных опытов.

В данной работе фталаты извлекали из воды жидкость-жидкостной экстракцией хлористым метилом

при pH 2, экстракт концентрировали отгонкой растворителя и анализировали методом хромато-масс-спектрометрии. Количественную оценку фталатов вели по реконструированным хроматограммам ионов с m/z 149 с учетом факторов откликов индивидуальных изомеров. Для анализа ежемесячно отбирались пробы воды р. Уфа у трех водозаборов города: двух инфильтрационных Изьякского (ИВ), Южного (ЮВ) и Северного ковшового водозабора поверхностного типа (СКВ), а также пробы воды из скважин ИВ и ЮВ и питьевой воды указанных водозаборов.

В табл.приведены среднегодовые данные по содержанию определяемых компонентов в анализируемых образцах.

Динамику сезонных изменений концентраций выбранных соединений в водоемчике выявить не удалось, что связано, видимо, с техногенным характером поступления фталатов в воду. Максимальный вклад в общую загрязненность воды фталатами приходится на ди(2-этилгексил)- и дибутилфталаты. По суммарному содержанию фталатов вода р. Уфа оказалась наиболее загрязненной у ИВ, по ди(2-этилгексил)фталату - в районе СКВ. При прохождении речной воды через фильтрующие пласты скважин на ИВ и ЮВ содержание фталатов практически не меняется, что объясняется низкой сорбционной активностью фильтрующих пластов по отношению к фталатам. Питьевая вода водозабора поверхностного типа содержит большее количество фталатов по сравнению с питьевой водой инфильтрационных водозаборов, что можно объяснить применением реагентной обработки воды и фильтрацией в процессе водоподготовки на СКВ, однако, присутствие наиболее значимого по содержанию и токсичного ди(2-этилгексил)фталата здесь не превышает 0,2 ПДК.

Таблица - Среднегодовое содержание фталатов в воде г. Уфы за период декабрь 2004 - декабрь 2005гг.

Показатель	ПДК, мкг/дм ³ ГН 2.1.5.1315-03 ¹⁾ ГН 2.1.5.1316-03 ²⁾	Концентрация, мкг/дм ³							
		СКВ		ИВ			ЮВ		
		р. Уфа	РЧВ	р. Уфа	Вода из скважин	РЧВ	р. Уфа	Вода из скважин	РЧВ
Диэтилфталат	3000 ²⁾	0,015	0,26	0,043	0,015	0,019	0,017	0,0018	0,012
Ди-изо-бутилфталат	200 ¹⁾	0,44	0,68	0,59	0,34	0,30	0,33	0,48	0,26
Дибутилфталат	200 ¹⁾	0,36	0,41	1,18	0,98	0,79	0,87	0,37	0,39
Ди(2-этилгексил)фталат	8 ¹⁾	1,79	1,08	1,05	1,72	0,85	0,85	0,91	0,84

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАУ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ УФЫ

Васильева А.И., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И.
МУП "Уфаводоканал", Уфа, Россия

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) вследствие их высокой биологической активности, повсеместной распространенности и способности накапливаться в природных объектах, отнесены к приоритетным загрязнителям. Источниками попадания ПАУ в водоемы принято считать сточные воды промышленных предприятий, ливневые стоки, воздушные аэрозоли и атмосферные осадки, загрязненные выхлопными газами автомобильного транспорта и газовыми выбросами предприятий, а также аварийные разрывы продуктопроводов, пересекающих дно водоемов.

Наиболее распространенным представителем канцерогенных ПАУ является бенз(а)пирен, который принято считать индикатором присутствия соединений класса ПАУ. Однако доля бенз(а)пирена относительно суммарного содержания ПАУ в образцах может колебаться в широких пределах - от 0,05 до 13%. Таким образом, обнаружение бенз(а)пирена еще не отражает реальный уровень загрязнения исследуемого объекта канцерогенами и не дает никакой информации об источнике загрязнения. При анализе водных объектов расширение списка определяемых ПАУ может дать как реальную оценку качества воды, так и определенную информацию для установления источника загрязнения.

Нами проведено изучение качественного и количественного состава ПАУ в питьевой воде и в воде источников водоснабжения на трех водозаборах г. Уфы, расположенных на берегах р. Уфа, два из которых - Изякский водозабор (ИВ) и Южный городской водозабор (ЮВ) - инфильтрационные, а Северный ковшовый (СКВ) - водозабор открытого типа, за период 2005г. Определение 17 ПАУ проводилось по методике, разработанной на МУП "Уфаводоканал". Методика включает жидкостно-жидкостную экстракцию примесей из воды хлористым метилом и их разделение методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием. Широкий диапазон определяемых концентраций позволяет оценить как "фоновые" концентрации ПАУ, так и их содержание в воде при возможных аварийных ситуациях. Анализ проводится при оптимальных условиях детектирования для каждого определяемого ПАУ с использованием специализирован-

ной колонки, что исключает необходимость отделения сопутствующих матричных примесей.

Исследования показали, что в течение 2005 года (с января по декабрь) в питьевой воде и воде источников водоснабжения г. Уфы не наблюдалось ни одного случая превышения "фоновых" концентраций ПАУ. Суммарное содержание (Σ ПАУ) 17-ти наблюдаемых соединений этого ряда (нафталин, 1- и 2-метилнафталины, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, бенз(г,х,и)перилен, дибенз(а,х)антрацен, индено[1,2,3-с,д]пирен) в воде р.Уфа от ИВ, расположенного вверх по течению реки и наиболее удаленного от города, до ЮВ, находящегося в черте города, было в пределах 16,5 - 65 нг/дм³, в воде из скважин этих водозаборов - 11,4 - 54,2 нг/дм³, а в питьевой воде города, включая поверхностный СКВ - от 4,5 до 43 нг/дм³. Следует отметить, что качественный состав и относительное содержание индивидуальных ПАУ в воде разных водозаборов в основном одинаковы. Основную долю в Σ ПАУ составляют нафталин и 1- и 2-метилнафталины - в среднем 58%, фенантрен - 21%, пирен - 6%. На долю 6-ти наиболее опасных - канцерогенных ПАУ, нормируемых ВОЗ (флуорантен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, бенз(г,х,и)перилен, индено[1,2,3-с,д]пирен), приходится около 8,5%.

Σ ПАУ в питьевой воде инфильтрационных водозаборов (ИВ и ЮВ) значительно ниже, чем в воде р. Уфа, но близко к Σ ПАУ в воде из скважин. Для поверхностного водозабора - СКВ, для которого р. Уфа - непосредственный источник водоснабжения - наблюдается иной характер распределения Σ ПАУ: снижение содержания ПАУ в питьевой воде выражено в меньшей степени. По-видимому, это объясняется более высокой барьерной ролью фильтрующих пластов инфильтрационных водозаборов при очистке воды от ПАУ по сравнению с очистными сооружениями поверхностного водозабора, поскольку данные соединения находятся в воде в основном в сорбированном состоянии на каких либо частицах.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ФИЛЬТРОВАНИЕМ ЧЕРЕЗ ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ

Грабовский П.А., Гуринчик Н.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина

Математическое описание фильтрования малоцентрированных суспензий через зернистый слой - одна из классических задач водоснабжения, которой занимались многие исследователи. В основе модели:

Уравнение баланса-

$$m \frac{\partial C}{\partial t} + V \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где $C=C(x,t)$ - концентрация взвешенных веществ в воде; $c=c(x,t)$ - концентрация осадка в загрузке; x, t - пространственная и временная координаты; V - скорость фильтрования; $m(x,t)$ - пористость загрузки; D - коэффициент диффузии.

Обычно в уравнении баланса при описании задач осветления воды пренебрегают первым и диффузионным членами.

Уравнение линейной кинетики по Д.М. Минцу -

$$\frac{\partial C}{\partial x} = -bC + \frac{a}{V} \rho, \quad (2)$$

где a, b - коэффициенты кинетики, определяющие соответственно интенсивность отрыва и прилипания взвешенных частиц от поверхности загрузки (или от ранее прилипших частиц).

Пористость загрузки изменяется по глубине слоя и во времени -

$$m(x,t) = m_0 - \frac{\rho(x,t)}{\gamma}, \quad (3)$$

где γ - массовая концентрация твердых частиц в единице объема осадка.

Уравнения (1) - (3) определяют динамику осветления воды зернистым слоем. В эти уравнения входит скорость фильтрования, которая в большинстве случаев переменна во времени, т.е. $V=V(t)$. Скорость фильтрования падает из-за уменьшения пористости (см. уравнение (3)) и роста сопротивления загрузки. Гидравлический уклон в пористом слое может быть рассчитан по аддитивной формуле -

$$l=150vVm^3/gd_0^2(1-m)^2+1,75(1-m)V^2/m^3gd_0, \quad (4)$$

где g - ускорение свободного падения, $см/с^2$;

V - скорость фильтрования, $см/с$;

v - коэффициент кинетической вязкости воды, $см^2/с$;

d_0 - эквивалентный диаметр зерен, $см$.

Суммарная потеря напора в слое определяется интегралом

$$h_c(t) = \int_0^L l dx, \quad (5)$$

где L - высота слоя загрузки, $см$.

При переменной скорости фильтрования из-за увеличения потерь напора в загрузке растет уровень воды в фильтре H , что приводит к снижению подачи воды. Уравнение баланса поступающей и отводимой из фильтра воды -

$$V_1 - V = \frac{dH(t)}{dt}. \quad (6)$$

Величина подачи воды в фильтр V_1 (отнесенная к полезной площади) определяется из условия квадратичной зависимости потерь напора от скорости, т.е. $h=SV^2$, откуда следует

$$V_1 = \left(\frac{Z_1 - H(t)}{S_1} \right)^{0.5}. \quad (7)$$

Уровень воды в фильтре равен-

$$H = Z_2 + h(t) + S_2 V^2. \quad (8)$$

В уравнениях (7)-(8) Z_1 и Z_2 - отметки воды в трубопроводе подачи воды (или в сооружениях 1-ой ступени очистки) и в трубопроводе отвода фильтрата.

Начальные и граничные условия следующие:

$$\left. \begin{aligned} x=0 \quad C=C_0 \\ t=0 \quad \rho_0 = \rho_0(x), V=V_0, H=H_0, m=m_0, h=h_0 \\ t \rightarrow \infty, \frac{\partial C}{\partial x} = 0, C=C_0, \rho = \rho_{np}, m=m_{np}, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где c_{np} - предельная насыщенность порового пространства задержанной взвесью.

Система дифференциальных, интегральных и алгебраических уравнений (1)-(8) с начальными и граничными условиями (9) является математической моделью работы скорого фильтра с переменной скоростью фильтрования. В этой системе 8 неизвестных - $C(x,t), c(x,t), m(x,t), l(x,t), h(t), V_1(t), V(t), H(t)$, что соответствует числу уравнений. Следовательно, система уравнений замкнута и, в принципе, разрешима. Однако сложность этой системы не дает оснований надеяться на получение аналитических решений. Единственный выход - использование конечно-разностных численных методов. Был разработан алгоритм решения системы, апробированный на задаче фильтрования с постоянной скоростью, полученных Д.М. Минцем, подтвердил возможность использования разработанного метода.

Преимуществами разработанного численного метода решения задач фильтрации является возможность отказаться от многих упрощений в постановке задачи и

учитывать многие эффекты, влияющие на работу фильтров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУАКТИВНЫХ И АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОГОЛОВКОВ ВОДОЗАБОРОВ ОТ МЕСТНОГО РАЗМЫВА

Высоцкий И.С.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия

Оголовки речных водозаборов подвержены местным размывам их оснований с верховых сторон. Это явление подробно изучалось проф. А.С. Образовским. В настоящее время для борьбы с местными размывами применяются, в основном, пассивные методы. Особенно распространенным является метод устранения уже совершившегося размыва путем засыпки воронки размыва рваным камнем. Этот и ему подобные методы являются пассивными, так как не устраняют причину приводящую к развитию местных размывов, а лишь устраняют их последствия.

Известно, что причина возникновения наиболее глубоких размывов с верховой стороны оголовка заключается в отрыве пограничного слоя из-за положительных градиентов давления в придонной части потока перед препятствием. В зоне отрыва формируется активный подковообразный вихрь, который и производит разрушительную работу.

Для устранения указанного явления необходимо перестроить течения перед препятствием таким образом,

чтобы настолько уменьшить положительные градиенты давления, чтобы отрыва пограничного слоя не происходило, а поток в придонной зоне плавно бы обтекал препятствие. С этой целью предложены устройства, названные полуактивными и активными.

В качестве полуактивных устройств предложены щиты криволинейной формы для смывания пограничного слоя, а также "приливы" треугольной и криволинейной форм. С их помощью глубина воронки размыва уменьшается на 60%. В эксплуатационных условиях предпочтение отдается "приливам" ввиду простоты устройства.

Радикальным средством борьбы с местным размывом является устройство в окрестности оголовка неразмываемого фальшдна из легкого материала, имеющего специальную форму двоякой кривизны. Ее очертание находится решением обратной задачи методом Л.И. Высоцкого.

Опыты подтвердили исчезновение зоны отрыва потока при воздействии на него гидроактивным устройством.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ БАРОМЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ СОЛЕСОДЕРЖАНИИ ИСХОДНОЙ ВОДЫ

Лысюк В.С., Шевцов В.Н., Максютя А.В.

ЗАО "Аквасервис", Алчевск, Украина

Титамир О.Н.

Областная государственная администрация, Луганск, Украина

Рисухин В.В.

ООО "Восточно-украинская металлургическая компания", Алчевск, Украина

При изменении солесодержания от 870 до 1500 мг/л воды в источнике питьевого водоснабжения производство высококачественной питьевой воды со сбалансированным солесодержанием заданного уровня достигается с помощью обратноосмотических машин (RO) с низкоэнергетическими мембранами. Здесь изменение давления исходной воды на входе RO-машины позволяет удалять из нее от 20 до 80% растворенных в ней солей. В статье приводится структурная схема управления нанофильтрационной системой из пяти включенных параллельно машин, в которой микропроцессорная система (МПСУ) стабилизирует заданное солесодержание пермеата на выходе RO-машин и производительность системы по пермеату. Эти системы автоматического регулирования являются взаимосвязанными через объект (RO-машина).

При изменении солесодержания исходной воды будет изменяться солесодержание пермеата. Отклонение солесодержания пермеата от задания воздействует на регулятор системы частотного управления скоростью приводов бустерных насосов, изменяя давление воды на входе RO-машин в сторону стабилизации солесодержания пермеата на уровне задания. Изменение произво-

дительности каждой машины по пермеату вызывает изменение положения регулирующих органов (PO1-PO5), изменяющих расход концентрата и этим стабилизируется производительность системы по пермеату за счет взаимной связи через объекты регулирования.

Микропроцессорная система управления (МПСУ) содержит два пропорционально-интегральных регулятора и систему частотного управления скоростью приводов насосов на базе преобразователя ЭП-07.

Энергосбережение обеспечивается системой частотного управления электроприводами, которая снижает обороты двигателя при низком солесодержании и поднимает их при повышении солесодержания исходной воды. Ресурсосбережение (расход исходной воды) обеспечивается системой регулирования расхода сбрасываемого концентрата. Здесь при снижении солесодержания в исходной воде уменьшается сброс концентрата и больше воды поступает в пермеат. Этот энерго- и ресурсосберегающий способ управления нанофильтрационными машинами при переменном солесодержании запатентован в Украине (Бюл. № от 15.09.2005г., номер патента (11) 9329, (51)7В01Д12/00).

ЭФФЕКТ ВОДО-ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ В ЗЕРНИСТОМ СЛОЕ



Аюкаев Р.Р., Графова Е.О.

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

Веницианов Е.В.

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

При фильтрации жидкости в зернистом слое процесс массопередачи загрязняющего вещества (ЗВ) к поверхности зерна проходит по следующей схеме:

1. В зернистом формируются застойные и проточные зоны. Адвекция происходит, в основном, по проточным (струйным) зонам, которые составляют часть от порового объема. Доля объема этих зон зависит от числа Рейнольдса и весьма существенна.

2. Массоперенос ЗВ осуществляется сначала от проточных к застойным зонам, где далее совершается массоперенос к поверхности частиц.

$$\partial c_{\text{зз}} / \partial t = \beta_1 (c - c_{\text{зз}}), \partial a / \partial t = \beta_2 (c_{\text{зз}} - f^1(a)) \quad (1)$$

где $c(x, t)$ - концентрация ЗВ в проточной зоне (г/дм³ воды),

$c_{\text{зз}}(x, t)$ - концентрация ЗВ в застойной зоне (г/дм³ воды),

$a(x, t)$ - концентрация ЗВ в сорбенте (г/дм³ слоя фильтра),

$f^1(a)$ - функция, обратная изотерме сорбции ЗВ на сорбенте,

β_1, β_2 - кинетические коэффициенты массопереноса между проточной и застойной зонами и застойной зоной и сорбентом соответственно (с⁻¹).

Для оценки величины кинетического коэффициента β_1 можно воспользоваться формулой $\beta_1 = \alpha D_* / \Delta_1$

где D_* - коэффициент молекулярной диффузии ЗВ жидкости, см²/с;

Δ_1 - характерный размер каждой из зон, см;

α - численный коэффициент, учитывающий форму зон.

Суммарный путь диффузии Δ_{Σ} при наличии двух зон будет равен $\Delta_{\Sigma} = \Delta_1 + \Delta_2$.

В случае капельного орошения загрязненной водой поверхности фильтра внутри порового слоя формируется пленочное течение жидкости по поверхностям зерен, т.е. внутри порового слоя имеется трехфазная система: зерна загрузки, воздушные зоны и пленочное течение воды по поверхности зерен.

При таком течении значительно уменьшается расстояние диффузии ЗВ к поверхности фильтра. Толщина этого диффузионного слоя Δ_n зависит от расхода воды. В этом случае толщина диффузионного слоя $\Delta_n \ll \Delta_{\Sigma}$. Соответственно, $\beta_n \gg \beta_{\Sigma}$.

Для ряда ЗВ, например, нефтепродуктов, изотерма сорбции на липофильных сорбентах является прямоугельной. Тогда решение задачи динамики сорбции имеет вид:

$$U(X, T) = \exp(-X), q(X, T) = T \exp(-X) \text{ при } 0 \leq T \leq 1,$$

$$U(X, T) = q(X, T) = \exp(-X + T - 1) \text{ при } 1 \leq T \leq 1 + X$$

$$U(X, T) = q(X, T) = 1 \text{ при } T \geq 1 + X$$

где $U = c/c_0$, $q = a/a_0$ - безразмерные концентрации,

c_0 - входная концентрация ЗВ,

a_0 - емкость фильтра, а безразмерные длина и время

вводятся по формулам:

$$X = \beta x / v, T = \beta t / \Gamma$$

где b - коэффициент внешней диффузии (в пленке или суммарный по застойной и проточной зонам),

$$\Gamma = a_0 / c_0,$$

v - скорость потока (см/с).

Время защитного действия t_{np} (с) определяется по формуле:

$$t_{\text{np}} = \Gamma / v l + \Gamma / \beta (1 + 2,3 \lg c_n / c_0) \quad (2)$$

где c_n - требуемая (нормативная) концентрация на выходе из фильтра,

l - длина фильтрующего слоя (см).

Если используется один сорбент, то время защитного действия сильно зависит от второго слагаемого в формуле (1).

Для обоих вариантов фильтрации выражение в круглых скобках одинаково. Однако коэффициент - прямо пропорционален толщине диффузионного слоя. Для пленочной фильтрации эта величина в несколько раз меньше, чем при традиционной фильтрации с заполнением водой всего объема порового слоя. Во столько же раз возрастет и время защитного действия. Некоторое уменьшение t_{np} для водо-воздушной фильтрации происходит за счет первого слагаемого за счет уменьшения скорости v . Однако следует отметить, что это уменьшение компенсируется многократным увеличением второго слагаемого. К тому же β также прямо зависит от скорости ($\beta \sim v^{0,5}$), хотя и более слабо, чем в первом слагаемом.

Таким образом, водо-воздушной фильтрация имеет бесспорные преимущества перед традиционной однофазной.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ивкин П.А., Латышев Н.С.
ФГУП "НИИ ВОДГЕО", Москва, Россия

Предприятия по производству бумаги из беленой целлюлозы относятся к крупным потребителям воды. На одну тонну готовой продукции расходуется от 60 до 120 м³ воды питьевого качества. Забор воды в большинстве случаев осуществляется из рек или озер и после соответствующей очистки направляется на технологические нужды. Образовавшиеся в процессе производства бумаги сточные воды сбрасываются в городскую канализацию.

Современные рыночные отношения вынуждают предприятия искать пути сокращения количества потребляемой свежей воды и сбрасываемых загрязненных сточных вод, чтобы таким образом снизить затраты на водоснабжение и водоотведение.

На одном из бумажных производств объединения "Гознак", использующего до 1500 м³/час, средняя стоимость 1 м³ воды составляет около 6 руб., а доля затрат на воду в себестоимости 1 т продукции около 700 руб. Годовые затраты на водоснабжение и водоотведение указанного предприятия составляют от 50 до 60 млн. руб. Такие значительные затраты делают весьма актуальным вопрос создания оборотных систем.

Для рассматриваемого предприятия проведены исследования с целью создания системы оборотного водоснабжения с максимальным использованием существующих водоочистных сооружений и оборудования. В этой связи в результате исследований созданы очистные сооружения, позволяющие вместо холодной свежей речной воды на существующие водоочистные сооружения пода-

вать теплые очищенные сточные воды. Причем, в период адаптации системы в оборот рекомендовано подавать не более 50-60% очищенных стоков с постепенным увеличением их количества, а 40 % очищенной воды направлять на повторное применение в других производствах.

Расчетные капитальные затраты на строительство очистных сооружений составили порядка 170 млн. руб., себестоимость очистки 2,37 руб./м³, срок окупаемости вложений - 4,5 года.

Наличие в сточных водах оптических отбеливающих веществ (ООВ), имеющих сложную химическую структуру, в значительной мере осложнило обеспечение необходимого качества оборотной воды. При создании системы изучена эффективность физико-механической обработки воды, особенности обработки воды озоном и ультрафиолетом, каталитическое и электро-каталитическое окисление.

В результате, в состав технологии очистки сточных вод включены реагентная обработка, осветление, адсорбционно-каталитическое окисление.

Совместная очистка оборотных вод и свежей речной воды производится на существующих водоочистных сооружениях.

Образующийся в процессе очистки осадок, фактически представляющий собой целлюлозу, уплотняется и направляется на изготовление картона.

Разработанная схема может быть применена и на других предприятиях данной отрасли промышленности.