



Повышение качества с меньшими затратами

Оптимизация технологического процесса реагентной очистки воды на очистных сооружениях г. Уссурийска средствами АСУ ТП

МУП «Уссурийск-Водоканал» (Приморский край) планомерно осуществляет мероприятия по повышению качественных показателей очищаемой воды при одновременном снижении производимых экономических затрат. С этой целью в 2008 году была произведена замена используемого коагулянта - сернокислого алюминия - на оксихлорид алюминия производства ООО «ДальОХА» (г. Хабаровск), в 2010 году приобретены расходомеры Siemens для контроля приходящей на очистные сооружения воды, насосы-дозаторы Grundfos (рис. 1).

В 2010 году, учитывая положительный опыт водоканалов Владивостока, Хабаровска, Новосибирска и др. городов [1-5], было принято решение о создании автоматизированной системы контроля и управления ТП реагентной очистки воды на базе контрольно-измерительных и управляющих модулей предприятия ООО «НВЦ УНИТОК» г. Екатеринбург.

Названные модули являются средствами локальной автоматизации контроля и управления технологическим процессом реагентной очистки воды и представляют собой самостоятельные измерительно-вычислительные комплексы, которые рассчитаны на интеграцию в любую АСУ ТП и внедрение на любой станции очистки воды независимо от ее производительности, технического состояния и квалификационного уровня службы АСУ ТП.

Наряду с автоматическими измерениями ряда физико-химических параметров очищаемой воды и управлением исполнительными механизмами, дозирующими реагенты в модулях осуществлены автоматическая очистка датчиков, автоматическая диагностика исправности основных электрических схем и исполнительных механизмов, контроль цепей управления, анализ безопасности реализуемого технологического процес-

В августе 2011 года на предприятии «Уссурийск-Водоканал» была внедрена АСУ ТП на базе контрольно-измерительных и управляющих модулей «Коагулянт-Осветлитель», автоматического дозирования коагулянта и флокулянта КИМ АДКФ, «Хлор-мониторинг», а также модуля цветности «Сергий-Цвет-1». Использование данной системы дает возможность повысить производительность станции, получать стабильное качество очищаемой воды, своевременно реагировать на изменяющиеся условия технологического процесса, снизить расход реагентов и воды на собственные нужды в среднем на 10%.

са, автоматический контроль поступления контролируемых проб воды и эффективности применяемого закона управления.

Благодаря плодотворной совместной работе МУП «Уссурийск-Водоканал» и ООО «НВЦ УНИТОК» был разработан проект АСУ ТП, реализованный в августе 2011 года.

АСУ ТП на базе контрольно-измерительных и управляющих модулей «Коагулянт-осветлитель», автоматического дозирования коагулянта и флокулянта КИМ АДКФ, «Хлор-мониторинг», а также модуля цветности «Сергий-Цвет-1» оперативно предоставляет сменному мастеру на трех мониторах в диспетчерской (рис. 2) информацию о мутности, цветности, величине pH, температуре, концентрации активного хлора, дозах коагулянта, флокулянта и скорости осветления коагулированной взвеси. При этом численные значения названных параметров автоматически определяются в пробах воды, отобранных на разных участках технологического процесса. Значения мутности, цветности, концентрации активного хлора и величины pH определяются в исходной воде, а также в пробах очищаемой воды, отобранных после каждого осветлителя и РЧВ.

Реальные дозы коагулянта и флокулянта определяются КИМ АДКФ, причем доза коагулянта - в пробе воды,

отобранной после смесителя кондуктометрическим способом, а также (как и флокулянта) расчетным методом по формуле (1):

$$D_k = 10^4 (C \cdot \rho \cdot q_p) / Q_p \quad (1),$$

где C - концентрация, % вес., ρ - плотность, г/см³, рабочего раствора реагента, q_p и Q_p - расходы, м³/час, рабочего раствора реагента и сырой воды.

После автоматического измерения доз коагулянта и флокулянта в очищаемой воде КИМ АДКФ осуществляет сравнение полученных величин с заданными оператором и автоматическое управление насосами, подающими рабочие растворы этих реагентов. При этом обеспечивается временная стабильность создаваемых концентраций коагулянта и флокулянта в очищаемой воде независимо от расхода сырой воды. При кондуктометрическом определении дозы коагулянта КИМ АДКФ не требуется знание расхода рабочего раствора коагулянта и его концентрации, а также расхода сырой воды (см. формулу (1), т.к. при ее расчете используется формула (2).

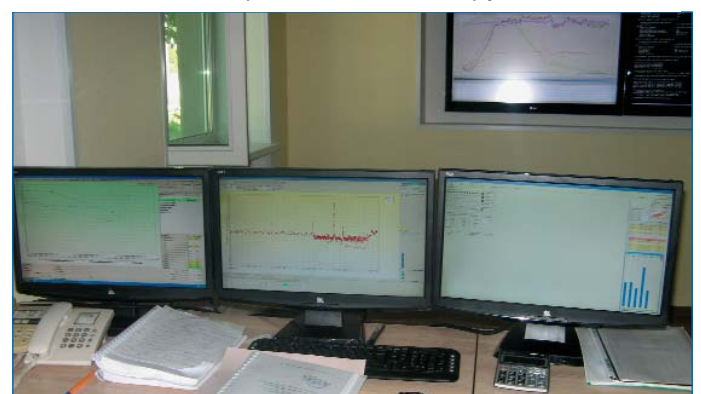
$$D_k = A \cdot (\Theta_2 - \Theta_1) \quad (2),$$

где Θ_2 и Θ_1 - соответственно, значения удельной электропроводности воды с коагулянтом (определяется в пробе воды, отобранной после смесителя) и сырой воды. Значение коэффициента «А» определяется в ходе градуировки кондуктометрической ячейки.

■ Рис. 1. Расходомеры Siemens и дозаторы Alldos Grundfos



■ Рис. 2. Диспетчерская очистных сооружений





■ Рис. 3. КИМ «Хлор-мониторинг»



Определение дозы коагулянта двумя независимыми способами повышает надежность системы автоматического дозирования его рабочего раствора.

При реализации проекта автоматизированной системы управления ТП реагентной очистки воды нами решалась задача отбора следующих проб очищаемой воды: пробы воды на входе в очистные сооружения, пробы воды после первичного хлорирования, после смесителя, 10 проб воды после каждого контактного осветлителя, 2 пробы воды после вторичного хлорирования, 2 пробы воды из двух резервуаров чистой воды.

Обычно пробы воды подводятся к модулям «УНИТОК» самотеком, но в нашем случае было принято решение об организации специального помещения, сочетающего в себе место отбора проб для химической лаборатории и площадей для размещения модулей «Коагулянт-осветлитель», «Хлор-мониторинг» и «Сергий-Цвет-1». Это помещение находится рядом с химической лабораторией ОС, что существенно облегчило труд лаборанта, отбирающего пробы для планового контроля.

Контрольно-измерительный и управляющий модуль автоматического дозирования коагулянта и флокулянта КИМ АДКФ, согласно методическим требованиям, расположили около смесителя ОС.

На рис. 3-5 приведены фотографии модуля «Хлор-мониторинг» и его блока измерения и управления, модуля «Коагулянт-осветлитель» и «Сергий-Цвет-1», на рис. 6 - раковина отбора проб химической лаборатории.

Все пробы в описываемое помещение подаются с помощью насосов Grundfos PFBasic 1-30.

Количество проб, подводимых к модулю «Хлор-мониторинг» после первичного и вторичного хлорирования, - 12.

Количество проб, подводимых к модулю «Коагулянт-осветлитель», - 12.

■ Рис. 4. Блок измерения и управления КИМ «Хлор-мониторинг»



К модулю «Сергий-Цвет-1» поступают пробы, анализируемые модулем «Коагулянт-Осветлитель».

Пуско-наладочные работы АСУ ТП на базе модулей ООО «НВЦ «УНИТОК» заняли около двух недель.

В течение этого времени сменные мастера и работники службы КИП прошли обучение работе с программным обеспечением «УНИТОК-ДИСПЕТЧЕР» и изучили положения программы планово-профилактических работ.

Оперативность поступления информации о параметрах технологии реагентной очистки воды определяют оперативность ее корректирования сменными мастерами, а автоматическое поддержание заданных при этом доз коагулянта и флокулянта обеспечивают стабильность и оптимальность реализуемого процесса.

КИМ «Коагулянт-осветлитель» выполняет задачу контроля следующих проб воды: вода на входе в очистные сооружения; 9 проб воды с контактных осветлителей; 2 пробы воды с РЧВ.

Получаемые при этом временные зависимости мутности представлены на рис. 7. На графике видно, что производилась промывка контактного осветлителя №5. Оперативная информация о динамике работы каждого контактного осветлителя позволяет сменному мастеру своевременно реагировать на изменяющиеся условия технологического процесса и планировать промывку контактных осветлителей.

Скачок мутности пробы воды после контактного осветлителя №5 зафиксирован модулем во время его промывки.

Модулем «Хлор-мониторинг» автоматически контролируется содержание суммарного активного хлора в воде на разных участках ее очистки. При



УНИТОК
научно-внедренческий центр

«Контрольно-аналитический комплекс «УНИТОК - 1»
автоматизированная технологическая лаборатория
для повышения качественных и экономических
показателей технологического процесса
реагентной очистки воды.

Свидетельство об утверждении типа средств измерений №28667-10.

www.unitok.ru



этом анализируются пробы воды после первичного и вторичного хлорирования: проба воды после первичного хлорирования; 7 проб воды после контактных осветлителей; 2 пробы воды после вторичного хлорирования; 2 пробы воды из двух РЧВ.

На рис. 8 приведены временные зависимости концентрации суммарного хлора после первичного и вторичного хлорирования.

Оперативная информация, предоставляемая КИМ «Хлор-мониторинг», о концентрации активного хлора в воде при первичном и вторичном хлорировании способствует ее стабилизации, экономии хлора, снижению количества сбоев в дозировании хлора, т.е. повышению надежности бактериальной защиты питьевой воды.

КИМ АДКФ осуществляет автоматическое определение доз коагулянта и флокулянта и последующее управление насосами, что позволяет постоянно поддерживать оптимальную дозу

используемых реагентов. При таком автоматическом дозировании достигается экономия реагентов в среднем 10% и осуществляется контроль дозирующего оборудования.

На рис 9. приведены временные зависимости дозы коагулянта определенной расчетным (по формуле (1)) и кондуктометрическим методами с использованием формулы (2). Как видно, колебания дозы коагулянта не более 0,1 мг/л при абсолютном ее значении ~2,6 мг/л.

Выводы

1. КИМ «Коагулянт-осветлитель» в режиме оперативного контроля значений мутности, величины pH и скорости осветления коагулированной взвеси проб воды с различных участков технологического процесса ее реагентной очистки предоставляет диспетчеру информацию о его оптимальности. Оперативность принятия при этом решений способствует экономии

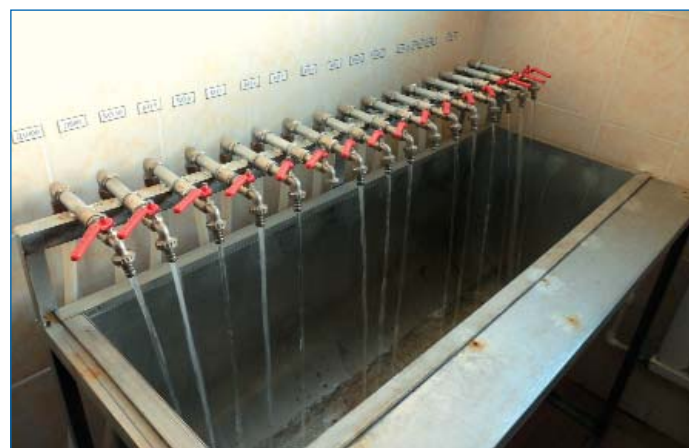
расходов реагентов (в среднем на 10%) и воды на собственные нужды (в среднем на 10%), повышению производительности станции, а также получению стабильного качества очищаемой воды по остаточному алюминию, железу, хлорорганическим и иным примесям, особенно в периоды дождей и паводков.

2. Автоматизация процесса дозирования реагентов КИМ АДКФ позволяет постоянно поддерживать их оптимальные дозы. При этом осуществляется контроль дозирующего оборудования. При автоматическом управлении дозирование коагулянта «по проводимости» не требует знание расходов исходной воды и рабочего раствора коагулянта, а также значений его концентрации и плотности. Отклонение от оптимальных доз реагентов составляет не более 5-7%, что способствует стабилизации работы смесителя и контактных осветлителей ОС.

■ Рис. 5. КИМ «Коагулянт-осветлитель» и КИМ «Сергий-Цвет-1»



■ Рис. 6. Раковина отбора проб химической лабораторией



■ Рис. 7. Временные зависимости мутности проб воды с разных участков ТП, измеряемые КИМ «Коагулянт-осветлитель»

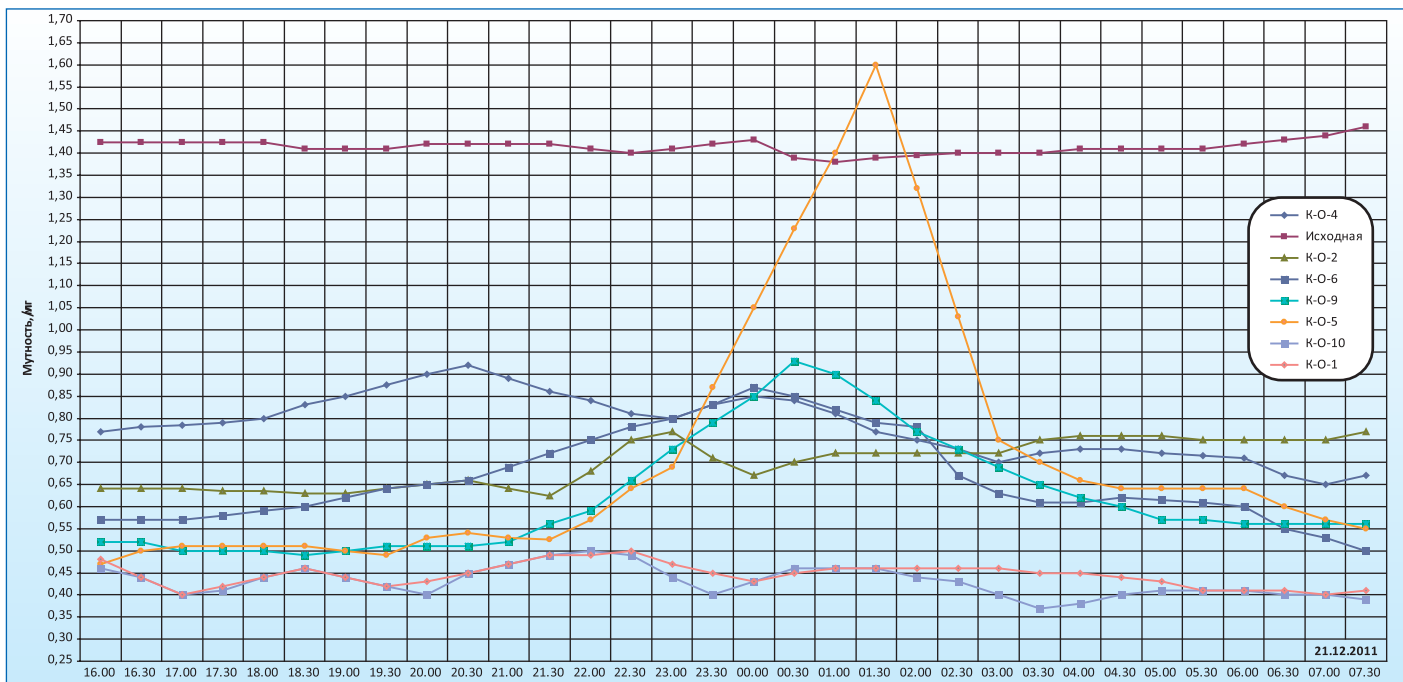




Рис. 8. Графики временных зависимостей концентрации суммарного хлора в пробах воды разных этапов технологического процесса

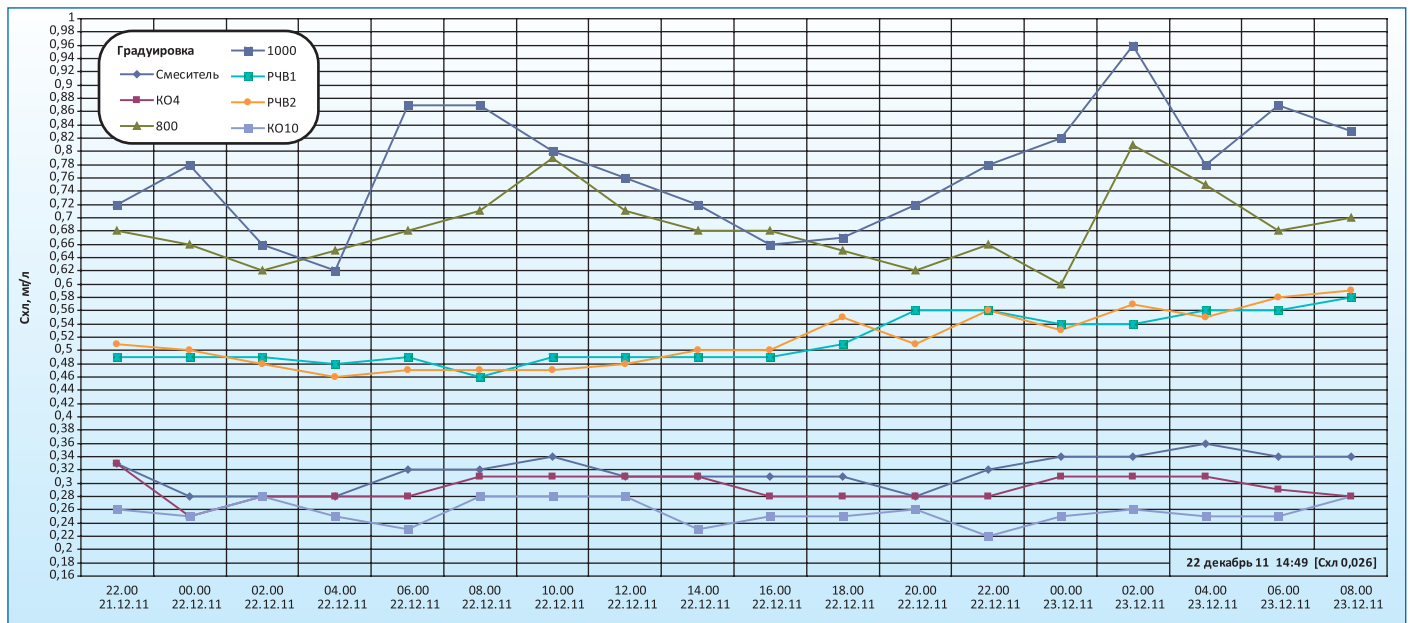
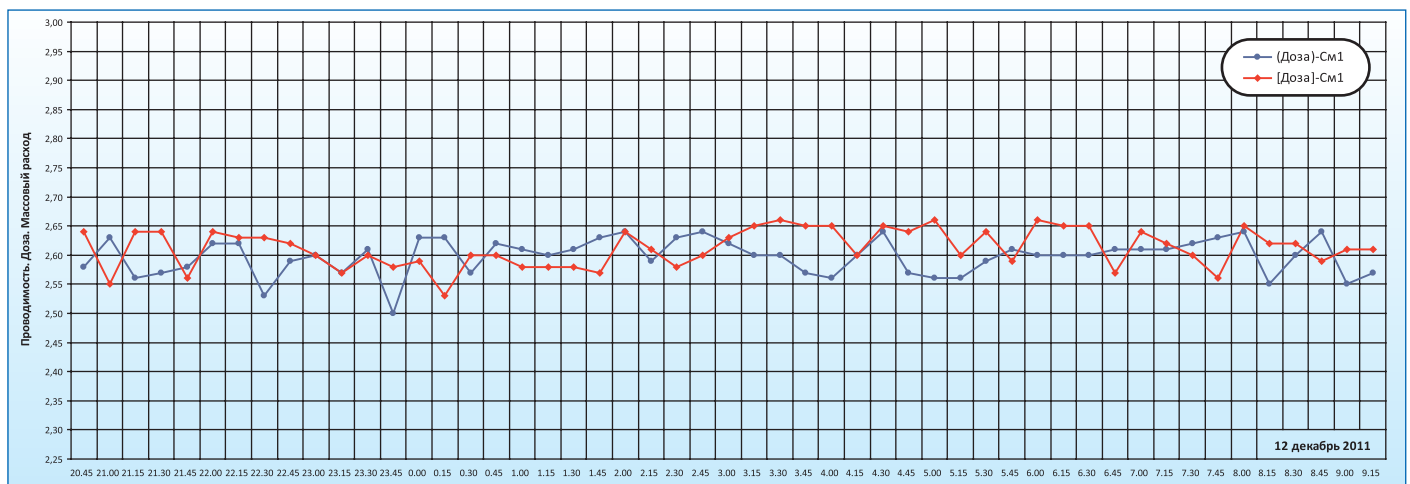


Рис. 9. КИМ «АДКФ»: Временные зависимости дозы коагулянта



3. Оперативная информация о динамике работы каждого контактного осветлителя позволяет сменному мастеру своевременно реагировать на изменяющиеся условия технологического процесса и планировать их промывки.

4. Модуль «Хлор-мониторинг» обеспечивает оперативное поступление информации о фактических дозах хлора при первичном и вторичном хлорировании, временной стабильности функционирования дозирующего хлор оборудования, его поглощению в очищаемой воде, что способствует надёжности ее бактериальной защиты при минимизации введения хлора.

5. Архивные данные модулей ООО «НВЦ «УНИТОК» предоставляют возможность технологам станции установить причинно-следственную связь между событиями «дозы коагулянта и флокулянта > качество фильтрата», тем самым осуществлять контроль работы сменного мастера, а сменному мастеру - прогнозировать технологи-

ческие режимы и контролировать эксплуатационный персонал, участвующий в технологическом процессе.

Олег Терлеев, директор;
Олег Смолярчук, главный инженер;
Павел Медведь, начальник очистных сооружений;
Виталий Тихонов, технолог очистных сооружений;
Алла Тимохина, начальник лаборатории.
МУП «Уссурийск-Водоканал».
Сергей Лузгин, инженер;
Семен Штернер, генеральный директор;
Алексей Федорович, исполнительный директор.
ООО «НВЦ «УНИТОК», г. Екатеринбург.

Литература

1. Штернер С.Р. (2005) Целевой проект по решению проблем повышения качества питьевой воды на очистных сооружениях предприятий «Водоканал», а также воды для технологических целей, очищаемой в водоподготовительных цехах промышленных предприятий. Концепция программы «Вода питьевая - чистая во-

да». В: Водные ресурсы и водопользование, Республика Казахстан. №8(20), стр. 27-30.

2. Штернер С.Р. (2005) Методы оптимизации действующих технологий реагентной очистки воды средствами АСУ ТП. В: Материалы научно-практического семинара «Современные технологии обеспечения надежности систем водоснабжения и водоотведения», 19-21 апреля 2005 г., Новосибирск.

3. Штернер С.Р., Лузгин С.Л. (2005) Оптимизация технологии реагентной очистки воды средствами АСУ ТП. Материалы II международной научно-практической конференции «Решение водохозяйственных проблем в сибирском регионе», 27-28 октября 2005 г., Новосибирск.

4. Штернер С.Р. (1997) Автоматический корректор технологии водоподготовки - контрольно-измерительный модуль «Коагулянт-Осветлитель». В: Водоснабжение и санитарная техника. №7, стр. 21-23.

5. Домнин К.В., Архипова Е.Е., Штернер С.Р., Лузгин С.Л. (2007) Оптимизация технологического процесса очистки воды на сооружениях водопровода г. Хабаровска. В: Водоснабжение и санитарная техника. №6, ч.2, стр. 24-27