

## Гибкое управление процессами коагуляции воды в технологических схемах с контактными осветлителями

Главчук Светлана Алексеевна, старший преподаватель  
Вологодский государственный университет (г. Вологда)

**Аннотация.** Статья посвящена созданию принципиально новой системы гибкого управления, позволяющей автоматически управлять процессами коагуляции воды в технологической схеме с контактными осветлителями в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** процессы коагуляции, коагулянт, флокулянт, контактные осветлители, водоочистные сооружения, процессы очистки воды.

Цель работы – разработка системы, обеспечивающей гибкое управление процессами коагуляции воды в технологических схемах с контактными осветлителями на основе непрерывного контроля основных параметров этих процессов непосредственно в рабочих объемах сооружений.

На большинстве водоочистных сооружений в Вологодской и соседних областях существуют следующие проблемы:

1. Процессы коагуляции плохо поддаются контролю, поэтому практически неуправляемы.

2. Традиционно используются алюминиевые коагулянты, которые обладают токсическими свойствами. Токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, функцию нервной системы. Избыток ионов алюминия в питьевой воде приводит к увеличению его содержания в костях, печени, мозге и щитовидной железе. К аналогичным последствиям приводит повышенное содержание в воде других реагентов, например, полиакриламида, который также используется на водоочистных сооружениях в качестве флокулянта [1].

3. Для определения требуемой дозы коагулянта в основном пользуются устаревшим и ненадежным способом пробного коагулирования. Этот способ осуществляется в лабораторных условиях путем визуального наблюдения за процессами образования хлопьев в заполненных исходной водой стеклянных цилиндрах после добавления в них различных доз коагулянта. Данный способ является продолжительным, трудоемким и неточным, так как не учитываются реальные условия непосредственно в сооружениях водоочистки.

Основными задачами данной работы являются:

1. Активизация применения инноваций в сфере подготовки питьевой воды для технического перевооружения производства, создания нового конкурентоспособного оборудования, внедрения энергосберегающих эффективных технологий [1].

2. Удовлетворение потребностей населения в качественной и безопасной питьевой воде.

3. Уменьшение себестоимости очищенной воды при повышении ее качества.

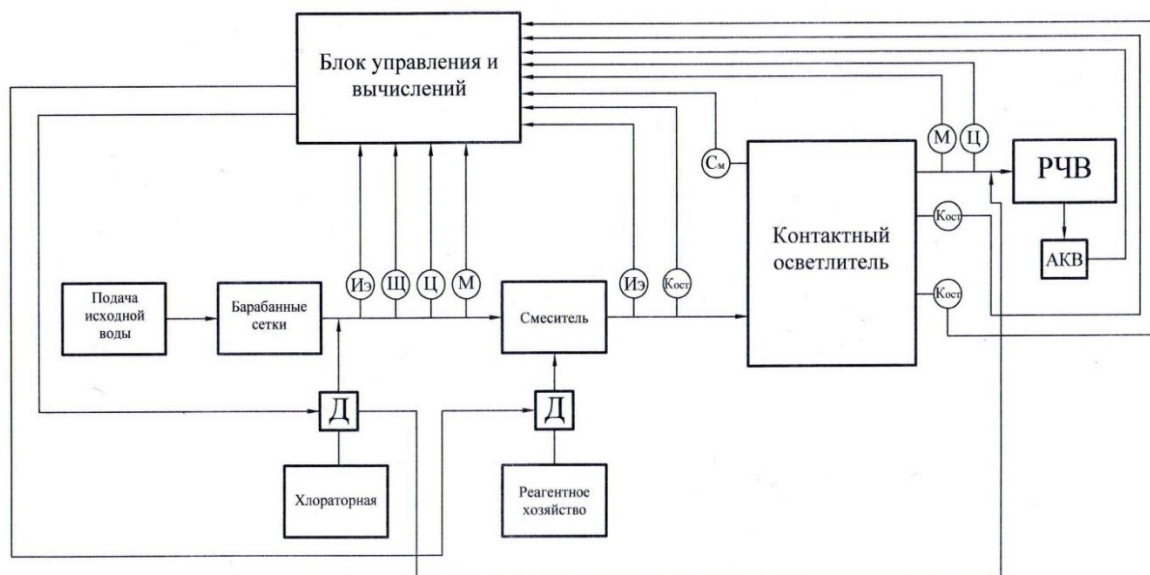


Рис. 1. Схема гибкого управления процессами контактной коагуляции воды:

Д – дозаторы реагентов; И<sub>з</sub> – датчик электрофоретической скорости движения частиц взвеси в воде; Щ – датчик щелочности; Ц – датчик цветности; М – датчик мутности; К<sub>ост</sub> – датчик остаточного коагулянта; См – седиментометр; АКВ – анализатор качества очищенной воды [2].

Таким образом, работа посвящена созданию принципиально новой системы гибкого управления, позволяющей автоматически управлять процессами

коагуляции воды в технологической схеме с контактными осветлителями в режиме реального времени. Научная новизна работы основана на использовании новых технологий, способов и устройств [1]. Все

предлагаемые инновационные разработки выполнены в Вологодском государственном университете.

Общая схема системы гибкого управления процессами очистки воды, разработанная для традиционной технологической схемы с контактными осветлителями [1], представлена на рисунке 1.

Датчик электрофоретической скорости позволяет определить необходимое время пребывания воды в порах загрузки контактного осветлителя (до образования крупных хлопьев). С помощью показаний датчика щелочности определяется доза подщелачивающего реагента. Датчик остаточного коагулянта необходим для быстрой корректировки дозы коагулянта,

а с помощью седиментометра определяется необходимая скорость движения снизу вверх промывной воды. Кроме того, на выходе из контактного осветлителя анализатор качества воды АКВ позволяет оперативно вносить корректировки и управлять процессами обесцвечивания и осветления воды.

Для разработки алгоритмов гибкого управления процессами очистки воды были выполнены два цикла экспериментальных исследований.

В качестве примера результаты аналитических исследований, связанных с регулированием первой стадии процесса коагуляции (образование хлопьев) по предлагаемой методике приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты аналитических исследований

Остаточный алюминий, мг/л	Количество суток (всего)	Количество суток, когда мутность воды превышала требование СанПин (1,5 мг/л)	Количество суток, когда цветность воды превышала требование СанПин (20 град. ПКШ)
Менее 0,12	197	0	0
0,12-0,15	63	0	3
0,15-0,2	39	1	4
0,2-0,3	21	0	6
0,3-0,5	27	1	9
Более 0,5	18	2	12

Как видно из таблицы 1, в тех случаях, когда остаточный алюминий в воде, прошедшей очистку на контактном осветлителе, не превышал 0,12 мг/л, эта вода по цветности и мутности всегда соответствовала нормативным требованиям.

В тех случаях, когда мутность и цветность на выходе из контактного осветлителя не соответствовали

нормативным требованиям, дополнительно осуществлялся контроль остаточного алюминия в объеме фильтрующей загрузки, и на его основе регулировалась скорость фильтрования. Результаты наблюдений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты наблюдений

Остаточный алюминий, мг/л		Количество случаев, когда после регулирования скорости фильтрования показатели цветности и мутности превышали требования СанПин	
На высоте Н = 1,25 м	На выходе из сооружения	Мутность, мг/л	Цветность, град. ПКШ
Менее 0,12	Менее 0,12	0	0
0,12-0,15	0,12-0,15	0	0
0,15-0,2	0,15-0,2	0	1
0,2-0,3	0,2-0,3	0	2
0,3-0,5	0,3-0,5	0	4

Как видно из таблицы 2, в тех случаях, когда остаточный алюминий в воде на высоте Н = 1,25 м от низа фильтрующей загрузки не превышал 0,15 мг/л, эта вода по цветности и мутности всегда соответствовала нормативным требованиям. Однако, при такой методике регулирования скорости фильтрования в 7 случаях не удалось обеспечить выполнение требований СанПин по цветности.

Во втором варианте на контактном осветлителе экспресс-контроль остаточного алюминия производился аналогичным образом на высотах

Н<sub>1</sub> = 0,9 м и Н<sub>2</sub> = 1,7 м. Скорость фильтрования уменьшалась на 0,1 м/час (до 4 м/час). В этом случае удалось обеспечить полное выполнение требований СанПин при остаточном алюминии на высоте 1,7 м не более 0,2 мг/л.

В тех случаях, когда мутность и цветность на выходе из контактного осветлителя соответствовали нормативным требованиям, осуществлялся контроль

остаточного алюминия в объеме фильтрующей загрузки и на его основе регулировалась (увеличивалась) скорость фильтрования при цветности 15 град. ПКШ. В результате удавалось увеличивать скорость фильтрования до 6,8 м/час, обеспечивая гарантированное качество очищенной воды по цветности, мутности и остаточному коагулянту.

В процессе исследований было установлено, что продолжительность фильтроцикла (промежутки времени между промывками) находилась в пределах от 27 до 52 часов. Существующий традиционный технологический регламент предусматривает проведение промывок 1 раз в сутки, а в отдельные периоды – 2 раза в сутки. Таким образом, предложенная технология позволяет значительно увеличить производительность очистных сооружений за счет увеличения продолжительности фильтроцикла и сокращения количества промывок.

Результаты всех исследований показали, что необходимая продолжительность промывки во всех случаях была менее 8 минут.

Таким образом, результатами данной разработки являются: уменьшение расходования реагентов, ускорение процессов коагуляции, снижение содержания остаточных реагентов в очищенной воде,

обеспечение гарантированного качества воды на выходе из водоочистных сооружений.

Кроме того, применение данной технологии позволит автоматизировать работу очистных сооружений, управлять процессами коагуляции, повысить надежность технологического контроля процессов водоподготовки, сократить стоимость очистных сооружений и эксплуатационных затрат.

#### **Литература:**

1. Чудновский С.М. Концепция переоборудования действующих и разработки новых систем обеспечения объектов водопользования питьевой водой / С. М.Чудновский, С. А. Главчук // Производственно-технический и научно - практический журнал Водочистка, Водоподготовка, Водоснабжение. №6 (138)2019, с.24 – 30.
2. Главчук С.А. Использование новых технологий для разработки регламента управления водоочистными сооружениями / С. А. Главчук, В.В. Одинцов // Аллея науки. 2018. Т. 2. № 10 (26). С. 873-876.
3. Патент RU 2132049.МКИ 6 G 01 N15/04.Устройство для анализа воды / С. М.Чудновский, С. А. Главчук, Ю. В. Львов и др. Заявка № 97119687. – Заявл. 10.11.97. Опубл. 20.06.99. Бюл № 17.
4. Чудновский С.М. Применение экспресс – контроля гидравлической крупности взвеси для гибкого управления процессами осветления и обесцвечивания воды / С. М.Чудновский, С. А. Главчук, В.В. Одинцов // Материалы XIV международной научно – практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня» 20 – 21 февраля 2018 г. North Charleston, USA. Том 1, с.81 – 84.
5. Чудновский С.М. Управление процессами осветления и обесцвечивания воды с использованием новых методов седиментационных экспресс-анализов / С. М.Чудновский, С. А. Главчук // Проблемы очистки сточных вод». Материалы конференции «Технологии очистки воды и создание водооборотных систем». Одесса, Москва. 1989 с.117 – 118.