

С.С. ДУШКИН, доктор технических наук, профессор  
С.С. ДУШКИН, кандидат технических наук  
Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н. Бекетова

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОНТАКТНЫХ ОСВЕТИТЕЛЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Рассмотрены вопросы, связанные с использованием контактных осветлителей при подготовке питьевой воды с применением концентрированного раствора сульфата алюминия.*

**Ключевые слова:** контактная коагуляция, контактный осветлитель, раствор сульфата алюминия, качество фильтрата, интенсификация процессов очистки воды.

*Розглянуті питання, пов'язані з використанням контактних освітлювачів при підготовці питної води із застосуванням концентрованого розчину сульфату алюмінію.*

**Ключові слова:** контактна коагуляція, контактний освітлювач, розчин сульфату алюмінію, якість фільтрату, інтенсифікація процесів очищення води.

*The questions related to the use of contact clarifiers in the preparation of drinking water with the use of the concentrated aluminum sulfate solution are considered.*

**Key words:** contact coagulation, contact clarifier, aluminum sulfate solution, filtrate quality, intensification of processes of water treatment.

Метод очистки воды, основанный на использовании явления контактной коагуляции, называется методом контактного осветления. Данный метод в состоянии обеспечить высокий и устойчивый эффект при различных изменяющихся по сезонам года физико-химических условиях коагуляции, с меньшими дозами коагулянта, чем в обычной схеме очистки воды с отстаиванием и фильтрацией [1].

Контактные осветлители представляют собой сооружения для осветления и обесцвечивания воды, совмещающие функции камеры хлопьеобразования, отстойника и скорого фильтра; являются разновидностью скорого фильтра. Работают контактные осветлители по принципу фильтрования в направлении убывающей крупности зерен через слой загрузки большой толщины; действие их основано на принципе контактной коагуляции, которая происходит при фильтровании воды через зернистую загрузку.

Контактные осветлители целесообразно применять в одноступенчатых схемах очистки маломутных цветных и мутно-цветных вод, когда общее содержание взвешенных веществ в поступающей на контактные осветлители воде, включая взвесь, образующуюся в результате введения в воду реагентов, не превышает 150 мг/л. При большем содержании взвеси в воде резко возрастает расход воды на промывку контактных осветлителей [2].

Преимущества метода контактного осветления воды, заключающиеся в принципиальной возможности осветления воды в одном сооружении, уменьшении доз коагулянта, возможности получения высокого эффекта осветления воды без применения каких-либо дополнительных реагентов и, наконец, в возможности осветления больших масс воды при минимальных потерях напора, требуют применения специального сооружения, отвечающего закономерностям контактной коагуляции. Радикальной мерой увеличения грязеемкости загрузки является фильтрование воды в направлении убывающей крупности зерен, этот принцип имеет место в контактном осветлителе.

Рассмотрение опубликованных работ [3, 4, 5] позволяет выделить следующие методы интенсификации процесса осветления воды в контактных осветлителях:

- фильтрование в направлении убывающей крупности зерен загрузки, а также ее укрупнение с одновременным увеличением высоты слоя с целью снижения интенсивности прироста потерь напора за счет рассредоточения загрязнений в возможно большем объеме (наиболее удачно это реализуется в контактных осветлителях);

- применение различных способов предварительной обработки воды с целью увеличения плотности и прочности задерживаемых фильтром загрязнений, более равномерного их распределения в толще фильтрующего слоя;

- применение для загрузки зернистых материалов с высокой межзерновой пористостью и развитой удельной поверхностью.

Условиями эффективной работы контактных осветлителей являются соблюдение установленной скорости фильтрования, выбор оптимальных доз реагентов, а также своевременная и качественная промывка и сохранение загрузки в надлежащем санитарном и техническом состоянии.

Анализ существующих методов повышения эффективности работы контактных осветлителей показывает, что весьма актуальным является разработка новых, более эффективных как по капитальным, так и по эксплуатационным затратам, методов, интенсифицирующих процессы контактной коагуляции, к числу которых относится рассматриваемый в данной работе метод обработки воды концентрированным раствором коагулянта, который позволяет улучшить качество воды, снизить расходы реагентов, уменьшить габариты отдельных сооружений реагентного хозяйства, снизить себестоимость осветленной воды.

Исследования проводились на лабораторной установке, состоящей из двух стеклянных колонн диаметром 100 мм и высотой 1000 мм, заполненных кварцевым песком  $d = 0,5...1,2$  мм,  $d_{\text{экв}} = 0,7...0,8$  мм, высотой 800 мм. Фильтрация осуществляется снизу вверх, скорость фильтрования не превышала 1 м/ч.

Во время проведения опытов фиксировалось качество фильтрата и потеря напора в загрузке. Качество фильтрата оценивалось путем измерения коэффициента ослабления света с помощью фотоэлектроколориметра. Потери напора определялись по данным пьезометров пьезометрического щита.

Качественная характеристика исследуемой воды приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Качественная характеристика исследуемой воды**

№ п/п	Наименование показателя	Показатели	
		маломутная цветная вода	мутно-цветная вода
1.	Температура, °С	9,5...10,1	9,5...10,1
2.	Содержание взвешенных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	12,5	55
3.	Цветность, град. ПКШ	75	90
4.	рН	7,1...7,3	7,1...7,3
5.	Общая жесткость, моль/дм <sup>3</sup>	3,7...4,1	3,8...4,2
6.	Щелочность, моль/дм <sup>3</sup>	2,4...2,8	2,5...2,7

Концентрация раствора коагулянта не превышала 25%, доза коагулянта сульфата алюминия – 45...70 мг/дм<sup>3</sup>, считая на чистый продукт.

Влияние концентрированного раствора сульфата алюминия на очистку маломутных цветных вод приведена в табл. 2, кривые контактной коагуляции для мутноцветной воды показаны на рис. 1.

Анализ опытных данных показывает, что использование концентрированных растворов коагулянта сульфата алюминия позволяет снизить его дозы в среднем на 20...25% без ухудшения качества очистки воды. Так, при концентрации раствора 10% и дозе его 45 мг/дм<sup>3</sup> содержание взвешенных веществ и цветность осветленной воды составляет соответственно 5,1 мг/дм<sup>3</sup> и 25 град. ПКШ. При обработке воды концентрированным 25% раствором коагулянта содержание взвешенных веществ и цветность осветленной воды находятся на прежнем уровне, при этом снижение дозы коагулянта составляет 28,5%.

Таблица 2

**Влияние концентрации растворов коагулянта сульфата алюминия  
на очистку маломутных цветных вод**

Качественные показатели осветляемой воды			Концентрация раствора коагулянта, %	Доза коагулянта, мг/дм <sup>3</sup>	Показатели осветленной воды		Улучшение показателей осветленной воды, %		Снижение дозы коагулянта, %
t, °C	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Цветность, град. ПКШ			Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Цветность, град. ПКШ	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Цветность, град. ПКШ	
9,5...10,1	12,5	75	10	45	5,1	25	–	–	–
9,5...10,1	12,5	75	15	45	4,4	22	15,9	13,6	–
9,5...10,1	12,5	75	20	45	4,0	18	24,5	38,8	–
9,5...10,1	12,5	75	25	45	4,2	20	21,4	25	–
9,5...10,1	12,5	75	20	40	4,8	23	8,5	8,6	12,5
9,5...10,1	12,5	75	25	35	4,9	23	4,1	8,6	28,5

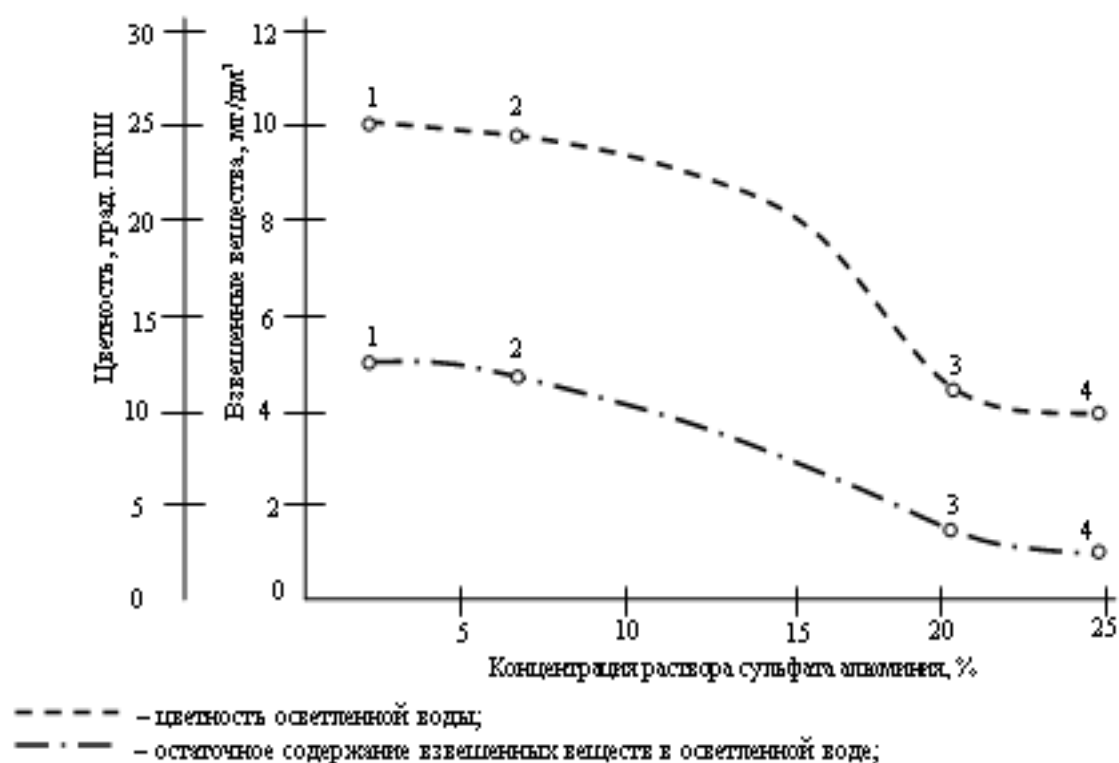


Рис. 1. Кривые контактной коагуляции для мутно-цветной вод

Кривые контактной коагуляции (рис. 1) позволяют сделать вывод, что обработка воды концентрированным раствором коагулянта на I стадии коагуляции не оказывает существенное влияние на качество фильтрата, затем после определенного значения дозы концентрированного раствора

коагулянта качество фильтрата улучшается и уменьшается расход коагулянта без ухудшения качества фильтрата. Анализ кривых контактной коагуляции показывает, что зоны контактной коагуляции при использовании концентрированных растворов коагулянта имеют несколько меньшую величину, чем при обработке воды растворами коагулянта более низкой концентрации, что достаточно хорошо согласуется с исследованиями, выполненными Л.А. Кульским и др. [6].

Опытные данные показывают, что использование концентрированного раствора коагулянта сульфата алюминия позволяет снизить дозы его в среднем на 20% без ухудшения качества осветленной воды. Так, при концентрации коагулянта 10%, содержание взвешенных веществ в осветленной воде составляет 5,1 мг/дм<sup>3</sup> и цветность воды – 25 град. ПКШ, а при концентрации коагулянта 20...25%, содержание взвешенных веществ и цветность воды составляет, соответственно, 4 мг/дм<sup>3</sup> и 18 град. ПКШ. При снижении дозы коагулянта до 35% содержание взвешенных веществ в осветляемой воде составляет 4,1 мг/дм<sup>3</sup>, цветность – 23 град. ПКШ, т.е. находится на уровне 100% расхода коагулянта.

#### **Вывод**

Использование концентрированного раствора коагулянта сульфата алюминия позволяет интенсифицировать процессы очистки воды в контактных осветлителях, что находит выражение в повышении качества осветленной воды и снижение расхода коагулянта в среднем на 20...25%.

#### **Список литературы**

1. *Кульский Л.А.* Теоретические основы и технология кондиционирования воды / Л. А. Кульский. К.: Наукова думка, 1983. 528 с.
2. *Минц Д. М.* Теоретические основы технологии очистки воды / Д.М. Минц. М.: Стройиздат, 1964. 155 с.
3. *Душкин С. С.* Повышение эффективности работы фильтров очистных сооружений водопровода / С. С. Душкин, Е. Б. Сорокина, Г. И. Благодарная // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Вып. 65. Х.: ХГПУ, 1999. С. 30-34.
4. *Шуберт С. А.* Опыт применения метода контактного осветления воды и пути его усовершенствования / С. А. Шуберт, З. Я. Городищев, В. П. Криштул и др. // Водоснабжение: науч. труды. М.: ОНТИ, 1968. №53. С. 11-20.
5. *Душкин С. С.* Анализ причин, влияющих на продолжительность фильтроцикла контактных осветлителей / С. С. Душкин, В. О. Тихонюк // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 29. К.: Техника, 2001. С. 7-8.
6. *Кульский Л. А.* Повышение эффективности обработки воды путем применения концентрированных растворов коагулянта / В.Ф. Накорчевская, Л. А. Кульский, В.А. Ромоданова, В.М. Зайцева // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» № 1. 1974. С. 22-25.

*Стаття надійшла до редакції 5.11.17*