

О.В. БУЛГАКОВА, кандидат технических наук  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени  
А.Н. Бекетова,

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РЕАГЕНТОВ

*Проведений аналіз ефективність використання сучасних коагулянтів і флокулянтів на водоочисних станціях.*

**Ключові слова:** коагулянти, флокулянти, ефективність очищення.

*Произведен анализ эффективности использования современных коагулянтов и флокулянтов на водоочистных станциях.*

**Ключевые слова:** коагулянты, флокулянты, эффективность очистки.

*The article analyzes the efficiency of using modern coagulants and flocculants at water treatment plants.*

**Key words:** coagulants, flocculants, purification efficiency.

Природная вода представляет собой малоконцентрированную суспензию, в состав которой входят газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в истинно растворённом, коллоидном и взвешенном состояниях, а также некоторые микроорганизмы.

Наличие в воде взвешенных веществ свидетельствует о ее загрязненности частицами глины, песка, ила, водорослей и другими веществами минерального или органического происхождения. Основными поставщиками органических примесей в природную воду поверхностных источников являются почвенный гумус, продукты жизнедеятельности и разложения животных и растительных организмов, планктон, а также бытовые и промышленные сточные воды.

Для удаления органических загрязнений и взвеси при очистке воды открытых водоемов используются различные методы: реагентные, включая озонирование, безреагентные, включая мембранное разделение, ионообменные, биосорбционные и другие [1]. Однако, по сравнению с другими методами, реагентная обработка воды нашла самое широкое распространение.

Коагулянты, используемые для очистки воды, делятся на неорганические или минеральные (соли алюминия и железа) и органические.

К наиболее распространенным неорганическим коагулянтам относится сернокислый алюминий, который выпускается в виде кристаллогидратов с разным содержанием молекул воды:  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$  и  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , полиоксихлорид алюминия, хлорное и сернокислое окисное железо, сернокислое закисное железо, которые производятся в твердом кусковом,

гранулированном и жидком виде [2]. Сернокислый алюминий обладает хорошей коагулирующей, адсорбционной и осадительной способностью. К недостаткам сернокислого алюминия относятся: низкая эффективность, высокое содержание остаточного алюминия при низких температурах воды, сильное снижение pH воды.

Органические коагулянты представляют собой водорастворимые заряженные низкомолекулярные полимеры (полиэлектролиты) с молекулярной массой 10000...300000.

Все большее применение получает полиоксихлорид алюминия (ОХА). На данный момент на рынке предложены разные торговые марки ОХА с разным содержанием активного вещества и основностью (табл. 1).

Таблица 1

### Характеристики ОХА

Торговая марка ОХА	Содержание, %		Основность, %
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	
Locron L	22,1	0	89
Soltech HB	10,5	1,6	73
PAX -XLI	10	1	70
Аква- Аурат-10	10	0	70
PAC	12,1	0	69
Aqualenc	8,1	2,7	58
WAC	9,9	2,6	55
Aploclar AB	10	2,7	54
Sachtoclar	10	2,7	53
WAC	9,8	2,6	51
PAC	17,3	0	45
Аква-Аурат-18	17,10	0	43
PAX-18	17	0	40
Aploclar 200	17,2	1,2	40
PAX-21	13,4	0	36
Ekoflock	10,1	0,8	29
PAX-14	13,6	0	26

Гидролиз ОХА по сравнению с сернокислым алюминием (СА) сопровождается меньшим снижением pH воды, т.к. часть хлорид-ионов уже замещены гидроксид-ионами, т.е. температура воды оказывает меньшее влияние на процесс гидролиза ОХА.

В большинстве случаев при применении ОХА содержание остаточного алюминия в очищенной воде является более низким по сравнению с СА в то

же время, при контактном фильтровании потери напора и остаточный алюминий, по сравнению с СА получаются большими [3].

Такие результаты могут быть следствием влияния неучтенных показателей качества обрабатываемых вод, различий технологии смешения воды с реагентом, условий образования хлопьев и др.

Железосодержащие коагулянты используются в значительно меньшей степени, чем алюмосодержащие коагулянты. Это связано с более высокими дозами железосодержащих коагулянтов, необходимостью поддержания более низких оптимальных значений рН воды, возможностью вторичного загрязнения очищенной воды ионами железа [3].

Доза коагулянта на основе железа выше в 2 раза дозы СА. Можно сделать вывод о нецелесообразности применения железосодержащих коагулянтов в одноступенчатых схемах, поскольку во время работы фильтра высока вероятность увеличения содержания железа в воде при отклонении дозы коагулянта от оптимальной.

Важным фактором, определяющим эффективность очистки воды неорганическими коагулянтами, является поддержание оптимальной величины рН, которая оказывает влияние как на процесс гидролиза неорганических коагулянтов, так и на степень диссоциации растворенных неорганических и органических веществ. Так, например, гуминовые кислоты при низких рН диссоциируют с образованием отрицательно заряженных полимерных ионов, которые эффективнее удаляются положительно заряженными органическими коагулянтами. Этим можно объяснить более высокую эффективность коагуляционной очистки цветных вод в кислой среде с корректировкой величины рН после отстойника [2]

Другим способом интенсификации очистки природных вод коагуляцией является использование органических сильнозаряженных катионных коагулянтов, типа ВПК-402, которые при малых дозах способны:

- снизить заряд коллоидных частиц, и вследствие этого ускорить процесс слипания частиц с образованием микрохлопьев, а затем и макрохлопьев;

- вступать в химическое взаимодействие с органическими анионами гуминовых, фульвокислот и др., низкомолекулярными комплексными анионами тяжелых металлов с образованием нерастворимых веществ, удаляемых отстаиванием или фильтрацией.

Применение органического коагулянта ВПК 402 на водопроводной станции может обеспечить более глубокий и устойчивый эффект осветления воды в отстойниках и на скорых фильтрах. Также применение ВПК 402 позволит стабилизировать эффект очистки воды и существенно облегчить условия эксплуатации реагентного хозяйства, практически полностью заменив сернокислый алюминий

Традиционными флокулянтами являются неионный полиакриламид и активированная кремниевая кислота. Однако применение гелеобразного 7-8% полиакриламида отличается трудоемкостью, неблагоприятными условиями труда, большими расходами товарного продукта. Активная

кремниевая кислота, получаемая непосредственно на очистных станциях, обладала нестабильными свойствами, что приводило к снижению эффективности ее использования.

Выбор флокулянта, основным назначением которого является укрупнение микрохлопьев, образующихся в результате гидролиза коагулянта, зависит от заряда скоагулированных частиц, молекулярной массы и заряда флокулянта, наличия растворенных примесей.

Поскольку при оптимальной для удаления взвешенных веществ или дефицитной дозе коагулянта скоагулированные частицы имеют слабый отрицательный заряд от 3 до 8 мВ, наиболее эффективным должно быть применение среднеосновных, слабокатионных высокомолекулярных флокулянтов. Наибольшее распространение среди таких флокулянтов получили Праестол 851, 611, 650, Магнафлок *LT-22*, *LT-22S*. Их высокую эффективность можно объяснить тем, что они агрегируют свободные и связанные в микрохлопья коллоидные частицы.

Анионные или неионные флокулянты должны быть более эффективными при таких дозах минерального коагулянта, когда хлопья коагулянта заряжены положительно или нейтрально. Косвенным доказательством этого является высокая эффективность неионных и слабоанионных флокулянтов при очистке воды различных водоисточников.

Высокая эффективность использования для интенсификации очистки воды на одном и том же водоисточнике анионных и катионных высокомолекулярных флокулянтов с разной основностью можно объяснить изменением качества воды по сезонам года или определяющим влиянием молекулярной массы флокулянта, а не величины заряда макромолекул [4].

Анализ имеющихся публикаций по очистке воды, показывает, что в большинстве случаев исследуется ограниченное количество марок коагулянтов и флокулянтов, что не всегда может привести к оптимальному техническому решению. Следует также учитывать трудности, обусловленные большим ассортиментом разных фирм производителей

### Список литературы

1. *Клячко В.А., Кастальский А.А.* Очистка воды для промышленного водоснабжения, М.: Гос. Изд. строительной литературы, 1950. 235 с.
2. *Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В.* Коагуляция в технологии очистки природных вод. М., 2005. 576 с.
3. *Гумен С.Г., Дариенко И.Н., Евельсон Е.А., Русанова П.П.* Применение современных химических реагентов для обработки маломутных цветных вод. //ВСТ: Водоснабжение и санитарная техника. 2001. № 3. 12 с.
4. *Герасимов Г.Н.* Процессы коагуляции-флокуляции при обработке поверхностных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 2001. 26 с.

*Стаття надійшла до редакції 30.11.17*