



# МНОГОКРАТНОЕ ВВЕДЕНИЕ КОАГУЛЯНТА СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ

**С.С. Душкин**, г.т.н., профессор; **И.А. Жиряков**, магистрант;

Харківський національний університет міського господарства ім. А.Н. Бекетова

**С.С. Душкин**, к.т.н., доцент кафедри, Національний університет громадянської захисту України

*В статье рассмотрены результаты исследований по многократному введению коагулянта сульфата алюминия при очистке воды, применение которого позволяет интенсифицировать процессы очистки воды, снизить расход коагулянта, а также улучшить качество осветленной воды.*

Процесс укрупнения коллоидных частиц происходит значительно интенсивнее в полидисперсных системах, в которых мелкие частицы прилипают к более крупным. После введения коагулянта в первый момент в воде образуются очень мелкие частицы гидроксида коагулянта сульфата алюминия и образующуюся начальную дисперсную систему можно считать однородной [1].

В результате дальнейшей коагуляции происходит образование полидисперской структурызвеси, к крупным частицам которой прилипают более мелкие. Однако после окончания коагуляции в воде все же остается некоторая часть мелкой, легкой, трудно осаждающейся хлопьевиднойзвеси.

Установлено, что образование полидисперской системы в первый момент после введения коагулянта будет происходить лучше в том случае, если коагулянт подается не одновременно, а дробными порциями, через небольшие интервалы времени. Образовавшиеся в результате добавки первой порции коагулянта частицы гидроксида будут являться центрами для коагуляции коллоидных частиц, образующихся при повторных введениях коагулянта, в резуль-

тате чего процесс укрупнения частиц будет происходить более интенсивно [2].

Проведены исследования по изучению влияния многократного введения коагулянта путем добавления общей дозы коагулянта в несколько приемов. Процесс хлопьеобразования при таком способе введения коагулянта происходит следующим образом: при введении первой дозы коагулянта в воде в результате его гидролиза, образуется мелкодисперснаязвесь, являющаяся в начальной стадии образования монодисперсной; после введения второй дозы, вновь образующиеся коллоидные частицы гидроксида будут быстрее коагулировать, прилипая к уже имеющимся, большим по размерам частицам, являющимися как бы центрами коагуляции [3]. В качестве коагулянта в ходе экспериментов использовался раствор сульфата алюминия, концентрация которого не превышала 10%.

Исследования были выполнены на модельной воде р. Северский Донец искусственно замутненной мелкодисперсными частицами каолина, цветность модельной воды корректировалась водной вытяжкой торфа.

Качественные показатели модельной воды приведены ниже:

Температура, °C	10,1-18,5
Содержание взвешенных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	20-75
Цветность, град ПКШ	25-100
pH	7,1-7,3
Общая жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	6,4-6,6
Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>	2,5-2,7

Пробная коагуляция проводилась в цилиндрах с коническим дном, рекомендуемых для технологических исследований осветляемой воды. Введение коагулянта осуществлялось однократное, двукратное и трехкратное. Интервал между повторными введениями коагулянта составлял 15 секунд.

*Наблюдения за процессом коагуляции велись визуально. Отмечались во времени начальный момент появления крупных быстро оседающих хлопьев, и период времени, в течение которого достигалось полное осветление воды.*



Схема проведения экспериментов приведена на рис. 1.

## 1. Однократное введение коагулянта

Промывка через 20 мин

100%

Примечание:

1. Содержание взвешенных веществ в осветляемой воде, мг/дм<sup>3</sup>
  2. Доза коагулянта, мг/дм<sup>3</sup>
  3. Продолжительность фильтроцикла, мин
  4. Доза введения коагулянта, мг/дм<sup>3</sup>:
- |                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| однократное введение – 100%           | 50          |
| двукратное введение – 80% и 20%       | 60          |
| трехкратное введение – 60%, 20% и 20% | 20          |
|                                       | 70          |
|                                       | 50 и 20     |
|                                       | 40, 15 и 15 |

## 2. Двукратное введение коагулянта

Промывка через 20 мин

15 с 15 с 15 с 15 с 15 с

80% 20% 80% 20% 80% 20%

## 3. Трехкратное введение коагулянта

Промывка через 20 мин

15 с 15 с 15 с 15 с 15 с 15 с

60% 20% 20% 60% 20% 20%

60% 20% 60% 20% 60%

Рис. 1. Схема проведения экспериментов

В таблице 1 приведены данные пробной коагуляции при очистке искусственно замутненной воды.

Опытные данные показывают, что наиболее эффективным является трехкратное введение коагулянта, при котором появление крупных быстро оседающих хлопьев происходило в 2-3 раза быстрее, чем при однократном введении той же дозы коагулянта, а период до полного осветления воды сокращался примерно в два раза.



Таблица 1. Результаты пробной коагуляции при очистке искусственно замутненной воды

№ опыта	Мутность исходной воды, мг/дм <sup>3</sup>	Общая доза введенного коагулянта, мг/дм <sup>3</sup>	Способ введения	Время появления хлопьев, мин	Полное осветление через мин
1	50	70	однократный	8	35
			двукратный	2	18
			трехкратный	4	20
2	50	70	однократный	12	40
			двукратный	5	25
			трехкратный	7	30

На основании полученных результатов можно считать, что введение общей дозы коагулянта дробными порциями

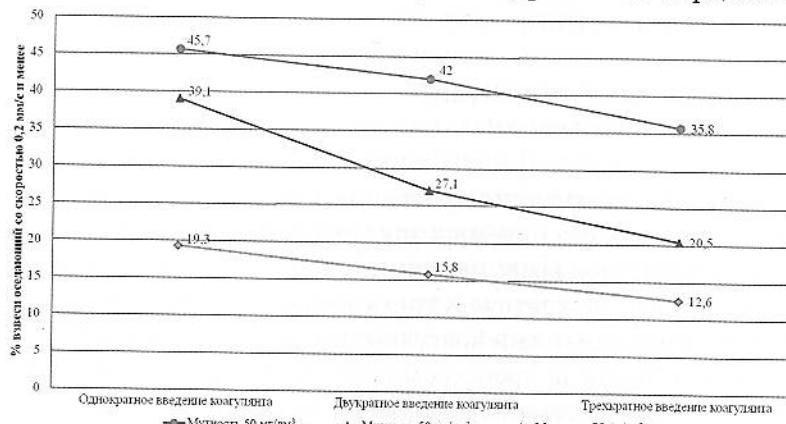


Рис. 2. Влияние кратности введения коагулянта сульфата алюминия на количество мелкодисперсной взвеси в воде с различной мутнотостью

с некоторыми интервалами времени приводит к образованию взвеси большей гидравлической крупности, а, следовательно, к улучшению технологических условий дальнейшей обработки воды. Наиболее эффективным оказалось трехкратное введение коагулянта, при котором количество мелкодисперсной взвеси, оседающей со скоростью 0,2 мм/с и менее, примерно в полтора-два раза меньше, чем при одноразовом введении.

На рис. 2 показано влияние кратности введения коагулянта сульфата алюминия на количество мелкодисперсной взвеси в воде с различной мутнотостью.

Уменьшение мелкодисперсной взвеси, образующейся при очистке воды с большой мутнотостью, можно объяснить тем, что сам характер загрязнения уже обеспечивает полидисперсность системы и процесс коагуляции сам по себе протекает значительно интенсивнее, чем в воде, имеющей небольшую мутнотость.

В таблице 2 приведены результаты исследований по многократному введению раствора коагулянта сульфата алюминия при использовании контактных осветлителей. Анализ результа-



## **Таблица 2. Изменение миокардического насыщения концептрическими сужениями по эффективности очистки воды**

тв показывает, что применение многократного введения коагулянта позволяет интенсифицировать процесс очистки воды, повысить качество осветления, снизить расход коагулянта.

Заключение

Проведенные исследования, а также анализ литературы показывают, что многократное введение коагулянта в осветляемую воду позволяет интенсифицировать процессы очистки воды, снизить расходы коагулянта.

## Литература

1. Минц Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды/ Д.М. Минц. - М.: Стройиздат, 1964. - 156 с.
  2. Stanislav Dushkin, Tamara Shevchenko. Applying a modified aluminium sulfate solution in the processes of drinking water preparation (2020). Eastearn European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10-106), pp. 26-36. <https://doi.org/10.3103/S1068364X19100041>.
  3. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами/ Е.Д. Бабенков. - М.: Наука, 1977. - 356 с.