

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

В.Ю. Грязев, Л.Ф. Комарова

*Ужесточение требований к качеству природных и сточных вод влечет за собой поиск новых методов и реагентов для их очистки. Одними из таких методов являются коагуляция и флокуляция, а современные виды флокулянтов вообще позволяют отказаться от коагулянтов. Применение современных видов флокуляции возможно только после предварительного изучения механизма взаимодействия реагентов с примесями воды, определение дозы и условий их введения. Нами исследованы отечественные и зарубежные флокулянты для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов. Использование флокулянтов позволяет значительно повысить эффект очистки.*

Жизнь на Земле – непрерывный круговорот веществ в биосфере. В нем наибольшую роль играют циклы, связанные с использованием воды на пищевые и производственные нужды. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных вод в открытые водоемы приводит к нарушению в них экологического равновесия и сопровождается перестройкой водоема с развитием более толерантных форм микроорганизмов, а в худшем случае заканчивается полной гибелью аэробных организмов и развитием процесса гниения [1].

Рациональное использование водных ресурсов, охрана их от загрязнения и истощения, глубокая очистка загрязненных вод с последующим их использованием в технологическом водоснабжении, сокращение или прекращение сброса промышленных сточных вод в водоемы приобрели глобальное значение [2].

Одной из проблем в области защиты водоемов от загрязнения является обезвреживание сточных вод. Сложную задачу представляет очистка смешанных промышленных и коммунальных стоков, а сброс таких сточных вод в водоем приводит к его дополнительному загрязнению [3].

Строительство более современных очистных сооружений, как правило, требует больших капиталовложений, сроки окупаемости которых составляют многие десятки лет. С другой стороны, эти сооружения могут и не обеспечить необходимые нормативы очистки. В связи с этим приходится искать альтернативные методы очистки воды (химические, физико-химические, физические и т.д.), позволяющие интенсифицировать работу существующих очистных сооружений.

Процесс флокуляции получил широкое распространение в отечественной и мировой практике в связи с появлением большого количества реагентов нового поколения – высоко-

комолекулярных синтетических флокулянтов [4].

Флокулянты используются для интенсификации процессов осаждения взвешенных веществ, активного ила, осветления и обесцвечивания природных, городских и производственных сточных вод.

Особенно широко применяются флокулянты совместно с коагулянтами для улучшения качества очистки и увеличения производительности отстойников, осветлителей с взвешенным осадком, фильтров и флотационных машин. Флокулянты вводят в очищаемую воду, поступающую в аппараты первой ступени очистки или на фильтры. Наряду с повышением эффективности очистки от взвешенных органических и минеральных веществ, удаляются растворимые фосфаты, облегчается последующая очистка сточных вод в азротенках, биофильтрах, фильтрах с загрузкой песка или ионообменных материалов, адсорберах с активным углем.

Механизм действия флокулянтов нового поколения изучен недостаточно, поэтому ЗАО «Водоканал Барнаула» и АлтГТУ им. И.И. Ползунова в течение продолжительного времени проводят исследования по интенсификации очистки сточных вод от загрязнителей с помощью различных видов флокулянтов.

Механизм действия флокулянтов основан на адсорбции макромолекул флокулянта скоагулировавшими или взвешенными частицами. Степень полимеризации высокомолекулярных флокулянтов колеблется от 1000 до 5000 звеньев, поэтому количество активных центров, способных к адсорбции, очень велико. Одна макромолекула флокулянта может адсорбироваться за счет отдельных фрагментов сразу несколькими твердыми частицами.

Флокуляция состоит в закреплении концов макромолекул на поверхности частиц и в адсорбции проникших в глубину раствора сегментов. В работе [5] предполагаются следующие закономерности процесса:

- Оптимальные условия флокуляции достигаются при дозах флокулянтов, обеспечивающих покрытие доступных участков поверхности твердых частиц.

- Пересыщение поверхности частиц молекулами полимера приводит к ухудшению флокуляции, из-за адсорбции свободных концов макромолекул на той же поверхности с образованием петель и уменьшением числа мостовых связей между соседними частицами.

- Интенсивное перемешивание способно разрушить полимерные связи, при этом происходит разобщение сфлокулированных частиц.

- Между оптимальной дозой полимера и площадью, доступной для адсорбции поверхности частиц дисперсной фазы, существует линейная зависимость.

Процесс флокуляции включает в себя три стадии:

- 1) адсорбцию полимера на коллоидной частице с фиксированием одного конца флокулянта;

- 2) образование мостоподобной структуры между двумя частицами с адсорбированными молекулами причем, полимер становится мостиком между двумя частицами; такое взаимодействие частиц протекает очень быстро и по всему объему системы, а образование полимерных мостиков между макромолекулами, сорбированными твердыми частицами, является условием успешного протекания процесса флокуляции;

- 3) непосредственно флокуляцию.

Если адсорбция макромолекулы на поверхности частицы не сопровождается взаимодействием между образующимися агрегатами, то происходит стабилизация системы. Макромолекулы флокулянта связывают большое количество скоагулировавших частиц и взаимодействуют друг с другом, образуя крупные быстрорастущие хлопья.

Причиной флокулирующего действия высокомолекулярных флокулянтов является адсорбционное закрепление концов макромолекул на твердых поверхностях. При этом катионные флокулянты адсорбируются преимущественно по катионообменному механизму на межслойной и наружной поверхностях, а анионные – по анионообменному механизму на положительно заряженных участках [6].

При диссоциации в воде катионные полимеры образуют органический поликатион и простой анион, а анионы полиэлектролитов – органический полианион и простой катион. Скорость и величина адсорбции полимеров зависят от свойств их макромолекул. Вытянутые макромолекулы адсорбируются лучше, и в этом одно из главных преимуществ синтетических флокулянтов над природными [7].

Основными преимуществами флокуляции при полной или частичной замене неорганических коагулянтов флокулянтами являются:

- улучшение таких показателей воды, как цветность, мутность, содержание органических веществ и др.;

- значительное снижение объема и массы осадка;

- увеличение срока службы фильтров;
- значительное снижение уровня остаточных продуктов, представляющих особую проблему на многих очистных сооружениях;
- резкое уменьшение требуемого объема хранилищ для химикатов.

Применение флокулянтов особенно эффективно при низких температурах очищаемой воды и пониженных значениях (рН=4).

Скорость и эффективность флокуляции зависят от содержания взвешенных частиц и свойств их поверхности, наличия растворенных примесей в очищаемой воде, перемешивания и дозы реагентов, последовательности введения флокулянтов, а также других факторов. Расход флокулянта определяется удельной поверхностью частиц и с увеличением последней возрастает.

Интенсивность и продолжительность перемешивания оказывают большое влияние на размеры и плотность образующихся хлопьев. Перемешивание способствует более равномерному распределению в объеме обрабатываемой воды макромолекул полимера, а также прикреплению большого числа сегментов полимера к максимальному числу частиц, сокращению длины полимерных мостиков и разрушению агрегатов с укороченными мостиками. Поэтому скорость перемешивания должна быть такой, чтобы образовались крупные и прочные хлопья, исключая их разрушение [8].

Важное значение имеет доза флокулянтов. При малых или больших количествах полимера может наблюдаться стабилизация дисперсной системы. При избыточном количестве флокулянта образуется сетка ассо-

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

цированных молекул полимера, препятствующая сближению и агрегации частиц.

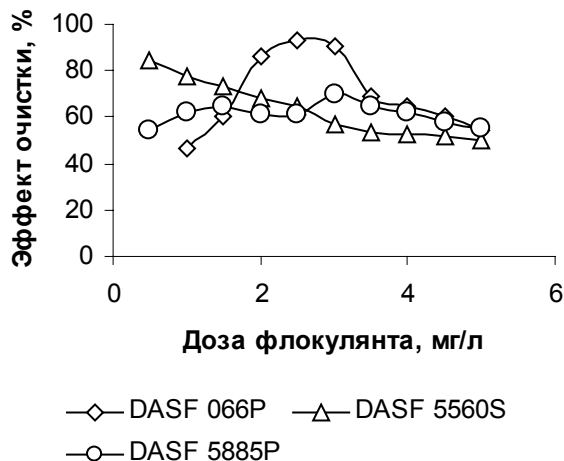
Целью работы явилась разработка технологии очистки канализационных сточных вод г. Барнаула от солей тяжелых металлов с помощью флокулянтов различных марок:

- 1) катионных – DASF 066P, DASF 5885P, Praestol 852BC, Praestol 2640, Fennopol K1384, Magnafloc LT22S, Praestol 611BC;
- 2) анионных – DASF 5560S, A-321E;

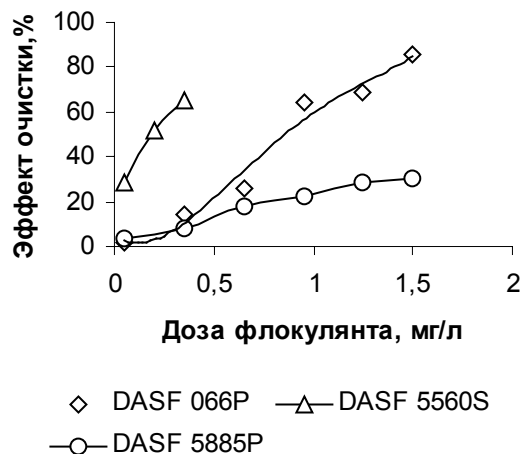
3) неионных – Magnafloc LT.

Среди катионных флокулянтов есть слабокатионный – Magnafloc LT22S и низкокатионный – Praestol 611BC.

Эксперимент проводился на реальной воде, отобранной на выходе из аэротенков. Дозы флокулянтов варьировались в интервале от 0,05 до 5 мг/л. Анализ проводился по стандартным методикам [9].

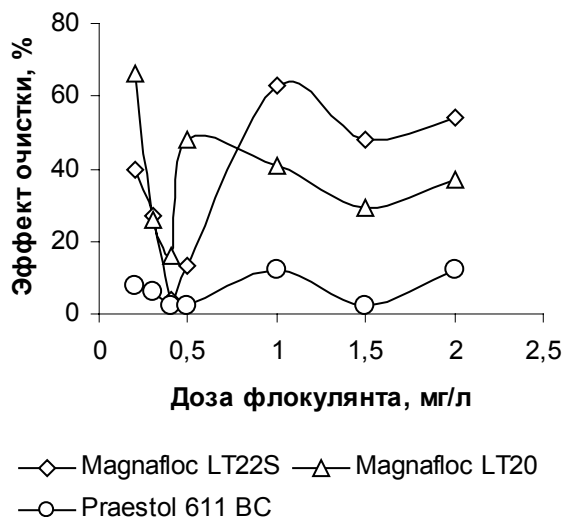


а) при больших дозах флокулянта

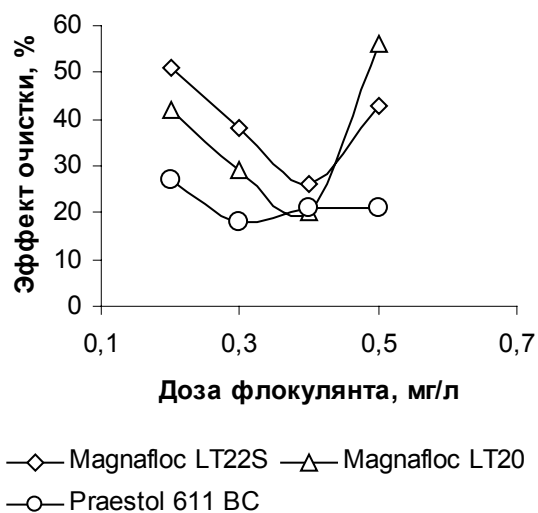


б) при малых дозах флокулянта

Рис. 1. Влияние вида и дозы флокулянтов марки DASF на эффект очистки от ионов железа



а) при больших дозах флокулянта



б) при малых дозах флокулянта

Рис. 2. Влияние вида и дозы флокулянтов марок Magnafloc и Praestol на эффект очистки от ионов железа

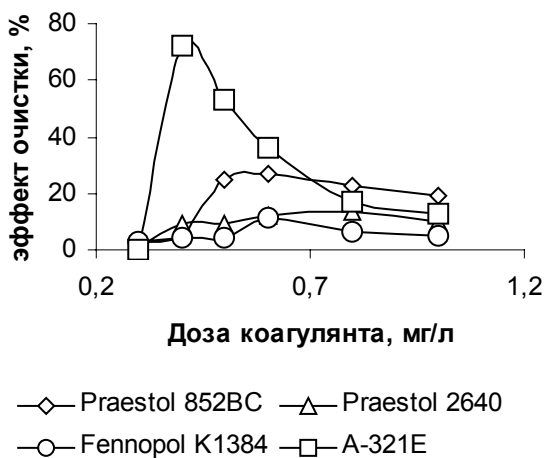


Рис. 3. Влияние вида и дозы флокулянтов марок Praestol, Fennopol и A на эффект очистки от ионов железа

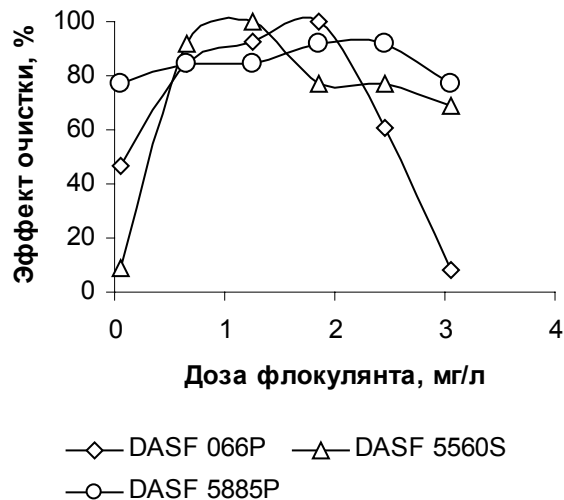


Рис. 4. Влияние вида и дозы флокулянтов марки DASF на эффект очистки от ионов цинка

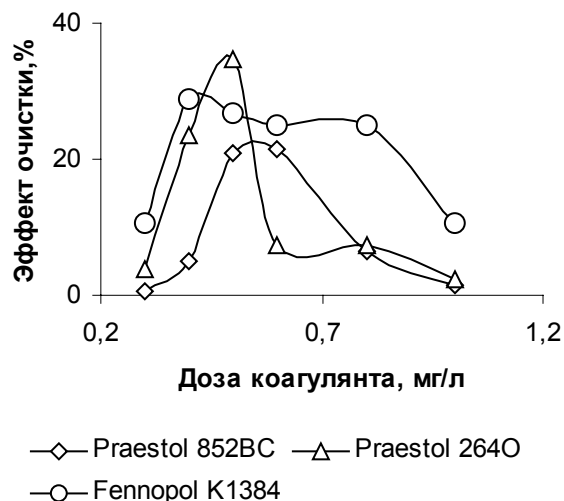
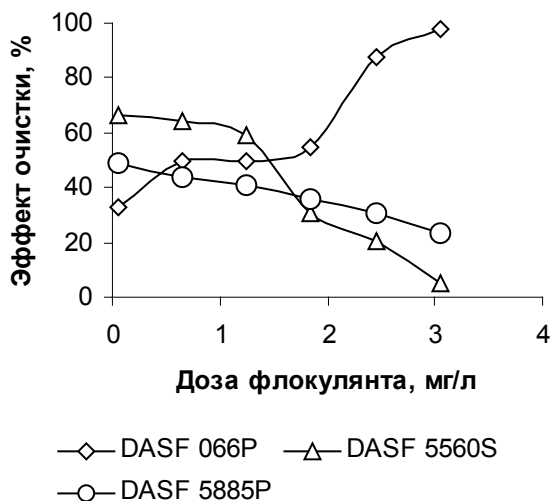


Рис. 5. Влияние вида и дозы флокулянтов марок DASF, Praestol, Fennopol на эффект очистки от ионов меди

Результаты эксперимента по очистке от ионов железа представлены на рисунках 1-3, от ионов цинка – на рисунке 4, от ионов меди – на рисунке 5.

Проведенные исследования выявили следующую закономерность: при повышении дозы флокулянта до определенного уровня эффект очистки возрастает, при дальнейшем повышении он начинает снижаться, т.е. для каждого флокулянта существует своя оптимальная доза реагента. Эффект очистки от

ионов железа при использовании флокулянта марки DASF 066P достигает 90 %, от ионов меди – 99,8%, от ионов цинка – около 100%. Для остальных марок флокулянтов эти показатели ниже.

Принимая во внимание необходимость комплексной очистки сточных вод, для внедрения предлагается использовать флокулянт марки DASF 066P, как дающий лучшие суммарные результаты по извлечению ионов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

тяжелых металлов. При этом доза флокулянта составляет 2-3,5 мг/л.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 1980. – 98 с.
2. Кожин И.В., Железнова Г.Л., Орлов Г.А. Основные проблемы обеспечения городского населения питьевой водой и пути их решения / Второй международный конгресс «Вода: экология и технология»: тезисы докладов (ЭКВАТЕК-96) / Под ред. Л.И. Эльпинера. – М., 1996. – 92 с.
3. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. – Барнаул: ГИИП «Алтай», 2000. – 391 с.
4. Флокулянты. Свойства. Получение. Применение. Справочное пособие / под ред. А.П. Кротова, 1991. – 190 с.
5. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды: Учебник для студентов ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1983. – 280 с.
6. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
7. Гандурина А.В., Бурцева Л.Н. Водорастворимые полимеры, их свойства и области применения. – М.: НИИТЭХИМ, 1980. – 20 с.
8. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 205 с.
9. Лурье Ю.Ю., Рыбников А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М: Химия, 1974. – 305 с.