

PROBLEMS OF THE PROCESS, THE EFFECT OF THE INTENSITY AND TIME OF MIXING ON THE EFFECT OF MIXING REAGENTS WITH WATER

Mirzaev Abdialim

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, abdialim1953@mail.ru, +99890 213-86-84. "Water supply, sewerage and water resources protection", Samarkand State Architectural and Construction Institute.

Annotation.

The article presents the research results and provides information on the types of reagents, types of mechanical mixers and the main tasks of the process of mixing natural turbid waters with reagents.

Key words: reagent, coagulant, mixing, perikinet, optokinet, clarification and discoloration.

Введение. Одним из важных этапов в технологии улучшения качества воды является смешение реагентов с массой обрабатываемой воды. Этот процесс должен удовлетворять двум основным требованиям: равномерное распределение реагента в объеме обрабатываемой воды и быстрое завершение операции. Неудовлетворительная работа гидравлических смесителей, в частности, неравномерность распределения реагентов, отсутствие возможности изменения режима смешения адекватно качеству обрабатываемой воды и вида реагентов, значительный объем сооружений на действующих водоочистных комплексах – требуют дальнейшего совершенствования.

Методы и материалы. Необходимость выполнения первого требования можно проследить на примере коагуляционной кривой, показанной на рис. 1. Предположим, что произошло неравномерное распределение коагулянта в массе обрабатываемой воды. В той части воды, где наблюдается недостаток коагулянта (первая зона до точки перелома), процесс коагулирования протекает вяло. При этом эффект осветления и обесцвечивания воды отстаиванием или фильтрованием незначителен. Во второй зоне увеличение дозы коагулянта резко оказывается на эффекте осветления и обесцвечивания воды. Граница между первой и второй зонами носит название порога коагуляции. В третьей зоне увеличение дозы коагулянта не дает заметного улучшения эффекта осветления и обесцвечивания воды. Кривая практически параллельна оси абсцисс. Граница между второй и третьей зонами носит название оптимальной дозы и только там процесс коагулирования примесей воды будет протекать нормально. Отсюда становится очевидной необходимость равномерного распределения реагента в массе обрабатываемой воды, т.к. только при этом условии можно достичь желаемого результата. Процесс коагулирования примесей воды во времени подразделяют на два этапа: перикинетический и ортокинетический. Процесс перикинетической коагуляции

происходит почти мгновенно, после ввода коагулянта в обрабатываемую воду. Он заканчивается нарушением агрегативной устойчивости примесей, в результате обменной адсорбции катионов диффузного слоя мицелл и катионов алюминия (или железа), и образованием первичных агрегатов. Далее следует процесс ортокинетиической коагуляции, характеризующейся агломерацией первичных агрегатов и отдельных примесей и заканчивающийся образованием крупных хлопьев, видимых вооруженным глазом.

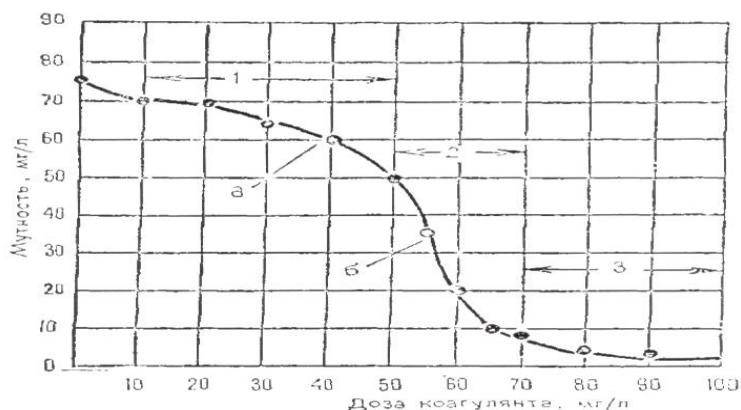


Рис.1. Коагуляционная кривая.

1- доза коагулянта недостаточна; 2- увеличение дозы реагента улучшает процесс коагулирования; 3 - доза коагулянта избыточная, образуются рыхлые хлопья; а - порог коагуляции; б - оптимальная доза коагулянта.

Второй этап процесса коагуляции примесей воды значительно более длителен, чем первый. Он продолжается от 6-8 минут до 1 часа и более в зависимости от качества обрабатываемой воды (1).

Отсюда становится очевидным, что требование быстрого и полного смешения реагентов с водой вытекает из необходимости предотвращения разрушения образующихся хлопьев в потоке турбулентного режима, который имеет место в смесителях и смесительных устройствах. Следовательно смешение коагулянта с водой должно быть проведено чрезвычайно быстро, поэтому процесс, происходящий, в смесителе, имеет решающее значение для последующих стадий водообработки. Важность процесса мгновенного распределения коагулянта в воде основывается на теории коагуляции, в соответствии с которой роль промежуточных растворенных комплексов алюминия в дестабилизации взвешенных частиц очень велика. При этом необходимая скорость смешения коагулянта с водой находится в зависимости от скорости образования соединений, способных дестабилизировать частицы загрязнений. Неэффективное смешение может привести к перерасходу коагулянта и малой скорости агрегации частиц при данной дозе коагулянта (2).

По определению Абрамовича Г.Н. смешение - "создание состояния активности, такого, как поток или турбулентности, в системах, не находящихся в условиях идеального смешения". Интенсивность перемешивания имеет большое значение в

связи с возрастающими требованиями к качеству питьевой воды. По данным отечественных и зарубежных исследователей известно, что путем регионального .. проведения процесса смешения реагентов с водой. а также правильного выбора вида коагулянта и флокулянта, места и условия их ввода в обрабатываемую воду удастся во многих случаях повысить производительность очистных сооружений получить экономию реагентов и улучшить качество очищенной воды (3).

Развитие и углубление исследований различных сторон проблемы обработки воды с коагулянтами в механических смесителях нашли отражение в работах Печникова В.Г., Козлова В.И., Хайлова Е.Г., Вейцера Ю.И. Апслышой Е.И и зарубежных авторов Кемпа Т.Р., Хадсона Х.Е., Леттермана Р.Д.

Полученные результаты. Адсорбция полимеров на поверхности коллоидов оценивается во времени как 10 с. Адсорбция промежуточных короткоживущих соединений вызывает дестабилизацию коллоидов и приводит к агломерации частиц. Степень дестабилизации, или эффективность столкновений, зависят от типа адсорбированных соединений.

Скорость изменения общей концентрации частиц во времени в ходе ортокинетической флокуляции может быть выражена следующим уравнением:

$$J_{ок} = - \frac{2\eta G d_0^3 (N^0)^2}{3} \quad (1.1)$$

где: d_0 - общая концентрация частиц в суспензии в момент времени;

η - коэффициент эффективности столкновения; K - постоянная Больцмана; T - абсолютная температура; μ - вязкость жидкости; d_0 - диаметр коллоидной частицы; G - градиент скорости; $J_{пк}$ - скорость изменения общей концентрации частиц во времени в ходе перикинетической коагуляции;

N^0 - общая концентрация частиц в суспензии в момент времени (t).

Скорость изменения общей концентрации частиц во времени в ходе перикинетической флокуляции может быть выражена следующим уравнением:

$$J_{пк} = - \frac{4\eta K T}{3\mu} (N^0)^2 \quad (1.2)$$

Интересно получить отношение скорости изменения концентрации за счет ортокинетической коагуляции формула (1.1) к скорости изменения концентрации за счет перикинетической коагуляции формула (1.2) для любой заданной системы

$$\frac{J_{ок}}{J_{пк}} = \frac{\mu \cdot G d_0^3}{2 K T} \quad (1.3)$$

Для воды с температурой 25 °С и размерами содержащихся в ней коллоидных частиц порядка 1 мкм это отношение равно единице, если градиент скорости

составляет 10с^{-1} . Совершенно очевидно, что для коллоидных частиц диаметром 0,1 мкм необходимо поддерживать градиент скорости на уровне.

10000 с- с тем, чтобы ортокинетическая коагуляция протекала также быстро, как и перикинетическая. Аналогичным образом получается, что ортокинетическая коагуляция частиц диаметром 10 мкм будет протекать с той же скоростью, что и столкновения в результате диффузии, при градиенте скорости $0,01\text{с}^{-1}$. Таким образом, перемешивание не усиливает агрегацию мелких частиц до тех пор, пока они не укрупнятся примерно до 1 мкм. Дальнейший рост частиц от 1 мкм требует реализации перемешивания. Следовательно, становится очевидным, что при образовании крупных, частиц, основным является оптокинетическое перемещение за счет градиента скорости.

Программа жар-тестов и производственных испытаний осуществлялась весной 1971 г. Данные, собранные на основании этих опытов, позволили сократить потребление сернокислого алюминия на станции приблизительно на 15% и снизить среднюю мутность воды после отстойников на 30-35% и позволили получить информацию для разработки экономически выгодного проекта новой водопроводной станции в Т.Фениксе (шт.Аризона) производительностью 35,00 л/с. Было определено, что за счет улучшения технологии перемешивания можно снизить затраты энергии на быстросейсмических смесителях. В "работах Уолкера Дж.Д., посвященной исследованию характера перемешивания во флокуляционных установках с повышенным вводом энергии показан режим течения потоков и система основных векторов циркуляции в механическом смесителе с турбинной мешалкой. Окрашенные потоки, образуемые при введении в жидкость через мелкое сопло растворимой краски, давали прекрасную картину структуры потоков. На рис. 2 изображена система основных векторов циркуляции при разных окружных скоростях смесительного устройства турбинного типа. Испытанное устройство представляло собой мешалку с наружным диаметром 127 см со ступицей диаметром 51 см, установленное на вертикальном валу на глубине 1,5 м и снабженное направляющими - лопатками шириной 61 см. Испытания проводили в диапазоне скоростей вращения 14 -60 об/мин, что соответствовало градиентам скорости 30 – 110 с^{-1} .

Перед проведением данной серии сравнительных испытаний был также опробован осевой побудитель с наружным диаметром 152,5 см при скорости вращения до 80 об/мин, что давало значения (G) до 150с^{-1} . Это устройство послужило основой для создания системы перемешивания в описываемой установке.

Поток, выбрасываемый мешалкой при исследованных режимах, был направлен вертикально вверх, загибаясь на середине пути к зеркалу жидкости и переходя в чисто радиальное течение параллельно поверхности. Это радиальное течение поддерживается снизу за счет апвеллинга вторичным вязкостным потоком, поднимающимся непосредственно от столба жидкости, засасываемой в мешалку. На

поверхности жидкости над мешалкой даже при наивысших испытанных вкладах мощности наблюдали лишь очень небольшую пульсацию или возмущения.

В своих опытах с сернокислым железом без добавления частиц глины Кэмп, применив для определения количества частиц микроскоп, показал, что в ходе интенсивного перемешивания объемное содержание хлопьев в сильной степени зависит от градиента скорости. После перемешивания в течение 5 мин. при постоянном градиенте скорости объемное содержание хлопьев при $G = 80 \text{ с}^{-1}$ составляло около 350 мг/л; но при $G = 1000 \text{ с}^{-1}$ объемное содержание хлопьев было всего 70 мг/л. Относительная влажность хлопьев, образовавшиеся при таких значениях градиента скорости, составляла соответственно 96,5 и 89,2%.

Лэгвэнкар, Гемел и др., применяя тот же самый коагулянт, установили, что взаимосвязь между размером образовавшихся хлопьев и их плотностью не прослеживается при интенсивном перемешивании при значениях $G = 60 \text{ с}^{-1}$ и менее. Тем не менее, в последнем исследовании установлено, что при увеличении интенсивности перемешивания происходит существенное снижение размеров наиболее крупных хлопьев. Следует отметить, что высокоинтенсивное быстрое перемешивание $G > 80 \text{ с}^{-1}$ приводит к быстрому образованию относительно малых, но плотных хлопьев.

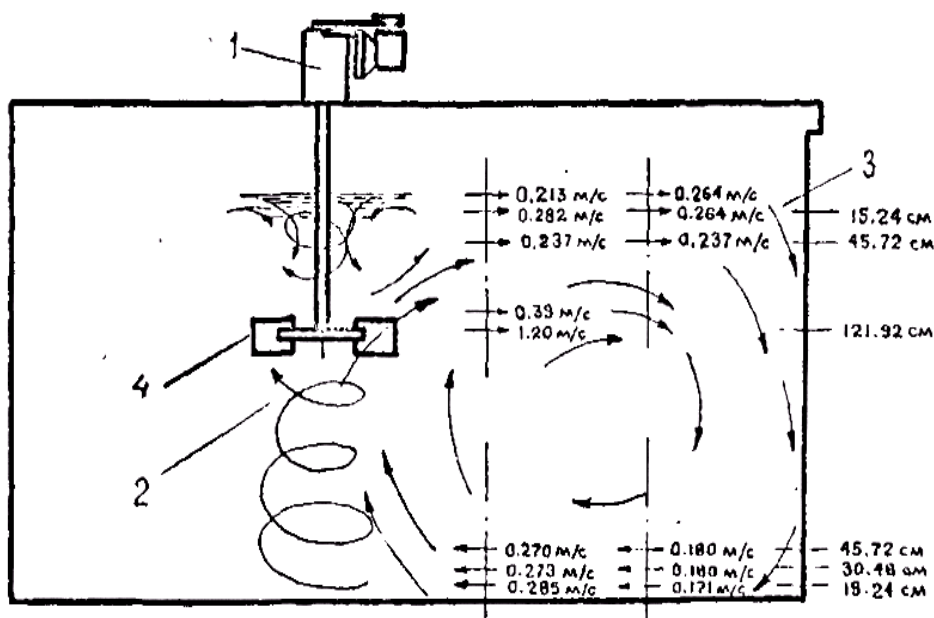


Рис. 2 Система основных векторов циркуляции:

1 - электродвигатель; 2 - сильное вращение; 3 - зеркало жидкости;
 4 - мешалка лопастного типа, $N=17 \text{ об/ми.}$, $G = 45 \text{ с}^{-1}$.

Заключения. Таким образом, необходимо обеспечить такой режим работы смесителей, при котором коагулянт вступил бы в реакции гидролиза и полимеризации. Однако интенсивное смешение может привести к перерасходу коагулянта и малой скорости агрегации частиц при данной дозе коагулянта.

Литература:

1. Якубов К.А., Мирзаев А.Б., Буриев Э.С. Сув таъминоти ва канализация тизимларини ташкил этиш ва улардан самарали фойдаланиш. Дарслик. Тошкент. «Фан ва технология» нашриёти 2018 йил. 212 б. ISBN 978-9943-4720-2-0
2. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высшая школа, 1984 г.
3. Куренков В.Ф., Снигирев С.В., Чуриков Ф.И. Эффективность флокулянтов и коагулянтов при раздельном и совместном применении в модельных системах. Бутлеровские сообщения. 2005 г. Т. 6. №1