

**ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННОГО РАСТВОРА КОАГУЛЯНТА
НА ξ -ПОТЕНЦИАЛ И АДСОРБЦИОННУЮ ЕМКОСТЬ
ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

Душкин С.С. (*Харьковский национальный университет
строительства и архитектуры*)

В статье приведены результаты исследований по влиянию активированного раствора коагулянта на агрегативную устойчивость коллоидных примесей осветленной воды, что позволяет повысить эффективность очистных сооружений при подготовке питьевой воды.

В настоящее время уделяется внимание вопросам повышения эффективности работы сооружений для подготовки питьевой воды, что позволяет упростить существующую технологию обработки воды, повысить производительность очистных сооружений и уменьшить себестоимость очищенной воды [1].

Агрегативная устойчивость коллоидных систем определяется не только наличием электростатических сил отталкивания, но и другими факторами, основным из которых является гидратация частиц, т.е. образование на их поверхности оболочек из молекул дисперсионной среды. В гидрофобных золях после достижения пороговых концентраций электролитов наблюдаются явные признаки коагуляции, поскольку происходит сжатие двойного слоя и соответствующее уменьшение гидратных оболочек, что позволяет коллоидным частицам сближаться на расстояние, при котором энергия их взаимного притяжения превышает энергию теплового (броуновского) движения. Изменение толщины диффузного слоя характеризуется величиной электрокинетического потенциала (ξ -потенциал). Чем сильнее размыт диффузный слой, тем выше ξ -потенциал, и наоборот, при предельном сжатии диффузного слоя ξ -потенциал стремится к нулю. При значении ξ -потенциала $\xi=0$ коллоидная частица не несет на себе заряд по отношению к среде и поэтому гидратная оболочка минимальна. Такому изоэлектрическому состоянию частиц соответствует минимальная устойчивость системы и наиболее выраженная коагуляция. На основании описанного ξ -потенциала можно считать основным критерием полноты протекания процесса коагуляции [2].

Целью данной работы является изучение влияния активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на ξ -потенциал и адсорбционную емкость гидроксида алюминия, образующегося в процессе подготовки питьевой воды.

Изменение ξ -потенциала производился методом подвижной границы в электронной трубке, конструкция которой подобна описанной Е.Ф. Буртоном [3]. Хорошая видимость границы при исследованиях с суспензией CaCO_3 достигалась путем бокового освещения трубки для электрофореза, заключенной в темной камере, лампой накаливания 500 ватт, свет которой фокусировался через узкую щель в камере. При измерениях поддерживалась температура $+20 \pm 0.1^\circ\text{C}$, в качестве источника тока использовался ламповый выпрямитель – градиент потенциала не превышал 10В/см. Электрокинетический потенциал определяли по формуле Гельмгольца-Смолуховского:

$$\xi = 300^2 \frac{4\pi\eta U}{E\tau} \quad (1)$$

где, ξ - электрокинетический потенциал, В; η – вязкость, мПа·с; U – линейная скорость движения, см/с. [$U = h/\tau$, где h -смещение частиц, см; τ -время, с]; E – напряженность электрического поля, В/см. [$E = u/L$, где u – разность потенциалов на электродах, В; L - расстояние между электродами, см].

В оба колена U-образной трубки прибора для измерения электрофоретической скорости помещали угольные электроды длиной 3,5см и $d=0,6$ см, соединявшихся с выпрямителем постоянного тока, градиент потенциала которого не превышал 10В/см. для измерения напряжения цепи подключали вольтметр типа Э-59к.

Эффективность влияния активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на ξ -потенциал золя гидроксида алюминия приведена в табл. 1.

Наблюдается незначительное (3,1-5,9%) снижение ξ -потенциала золя гидроксида алюминия при магнитной активации раствора коагулянта, несколько больше (7,6%) – при пропуске раствора через электролизер, где раствор насыщается анодно-растворенным железом. Максимальное снижение ξ -потенциала золя достигается при использовании активированного раствора коагулянта. Изменение ξ -потенциала суспензии CaCO_3 , в зависимости от способа активации, представлены в табл. 2.

Таблица 1. Влияние активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на ξ -потенциал золя гидроксида алюминия

Параметры активирования раствора коагулянта		Снижение величины электрокинетического потенциала, %	Величина доверительного интервала (а), ($\gamma=0.95, n=4$), мВ
Напряженность магнитного поля, кА/м	Содержение анодно-растворенного железа, мг/дм ³		
56	-	2,1	122,64<a<124,37
95	-	5,9	-
135	-	3,1	121,41<a<122,92
-	320	3,1	-
-	950	7,6	115,71<a<117,62
80	535	9,3	-
95	790	15,8	108,60<a<111,49
120	950	20,1	104,93<a<106,46

Таблица 2. Влияние способа активации на изменение ξ -потенциала суспензии CaCO₃

Параметры активации		Электрокинетический (ξ) потенциал, мВ	Изменение ξ -потенциала, %	Величина доверительного интервала (а), ($\gamma=0.95, n=4$), мВ
Напряженность магнитного поля, кА/м	Содержение в суспензии анодно-растворенного железа, мг/дм ³			
-	-	5,21	-	5,09<a<5,33
115	640	5,08	2,5	-
-	1700	5,02	3,8	4,32<a<5,21
50	830	4,93	5,7	4,75<a<5,17
85	1300	4,39	13,1	-
120	1650	4,61	18,7	4,41<a<4,81
120	1800	4,16	25,2	-

Эффективность влияния активации суспензии CaCO₃ на снижение величины ξ -потенциала определялась уравнением:

$$\mathcal{E}_{\xi} = \frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

где, \mathcal{E}_{ξ} – эффективность влияния магнитно-электрической обработки суспензии CaCO₃ на снижение ξ -потенциала, %; ξ_0 – электрокинетиче-

ский потенциал суспензии CaCO_3 в условиях обычной коагуляции, мВ; ξ_1 – то же, но в условиях магнитно-электрической обработки, мВ.

Установлено, что при активации водной суспензии наблюдается изменение ξ -потенциала, которое можно объяснить ускорением коагуляции и сдвигом адсорбционного равновесия в соответствии с изменением поверхности адсорбента в ходе активации [3,4].

По данным А.М Когановского и д.р авторов в процессе очистки воды используется лишь 50-60% адсорбционной поверхности гидроксида алюминия [4,5].

Влияние активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на адсорбционную емкость его гидроксида изучено на воде р.Днепр (очитные сооружения г. Светловодск), искусственно зацветеной раствором гуминовых веществ, полученных в результате водной вытяжки торфа. Состав гуминовых веществ определялся по методике АКХ им. Панфилова: гуминовые коллоидные кислоты – 26,8%, фульвокислоты коллоидные – 33,5%, фульвокислоты истинно-растворенные – 39,7%.

Концентрация гуминовых веществ в воде после ввода водной вытяжки торфа определялась весовым способом и составляла 215мг/дм^3 . При необходимости получения раствора с более низким содержанием гуминовых кислот приготовленный раствор разбавляли водой.

Коагулянт, прошедший магнитно-электрическую обработку, вводили в цилиндры с исследуемой водой. Содержание всех цилиндров перемешивали $10^{\text{ти}}$ кратным опрокидыванием и оставляли их для отстаивания наблюдая за образованием хлопьев и их осаждением. Через 30мин из каждого цилиндра сифоном отбирали 100мл воды из верхнего слоя. Параллельно проводились исследования с обычным коагулянтом. В пробах определяли количество неадсорбированных гуминовых веществ по величине коэффициента бихроматной окисляемости, т.к этот метод обеспечивает полное (90-95%) окисление гуминовых кислот.

В таблице 3 приведены опытные данные влияния активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на адсорбционную емкость гидроксида алюминия, анализ которых позволяет сделать вывод о том, что при использовании активированного раствора сульфата алюминия достигается увеличение адсорбционной емкости гидроксида алюминия.

Таблица 3. Влияние активированного раствора сульфата алюминия на адсорбционную емкость гидроксида алюминия

Параметры активации		Удельная адсорбция гуминов на гидрокси-де, мг/г	Увеличение адсорбцион-ной емкости гидроксида алюминия, %	Величина до-верительного интервала (а), ($\gamma=0,95$, $n=4$), мВ
Напря-жен-ность маг-нитного поля, кА/м	Содержание анодно-растворенно-го железа, мг/дм ³			
-	-	335,5	-	333,5<a<337,6
20	-	339,8	1,4	-
65	-	355,1	5,9	354,7<a<356,4
95	-	371,8	10,9	370,2<a<373,1
120	-	366,8	9,4	-
-	-	335,6	-	334,9<a<336,2
-	300	356,4	6,2	-
-	700	369,5	10,1	368,3<a<370,7
-	1200	384,3	14,5	-
-	1800	386,3	15,1	381,1<a<387,2
-	-	335,1	-	334,2<a<366,6
80	1000	390,7	16,6	334,2<a<366,6
80	1500	396,4	18,3	394,1<a<397,5
95	1200	439,6	31,2	437,2<a<441,3
95	1500	419,9	25,3	-
105	1200	433,3	29,3	432,1<a<435,7

Вывод

Снижение агрегативной устойчивости коллоидных систем и увеличение адсорбционной емкости гидроксида алюминия при использовании активированного раствора коагулянта сульфата алюминия создает предпосылки для интенсификации процесса коагуляции при очистке воды.

Summary

The results of studies on the effect of activated coagulant solution to the aggregative stability of colloidal impurities clarified water, which improves the efficiency of treatment facilities for potable water.

Литература

1. Эпоян С.М., Душкин С.С., Сташук В.А. Анализ существующих методов повышения эффективности работы для подготовки питьевой воды.//Вісник ХНУБА, -Харків: ХОТВ АБУ.-2012. Вип 67, С. 261-265
2. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. Т.2- 552 с.
3. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М та інші. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Підручник.-К.:Лібра, 2000- 552 с.
4. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. К.: Наук. Думка, 1983.-236 с.
5. Благодарная Г.И., Душкин С.С. Природные воды - многокомпонентные гетерогенные системы. К.: «Техника».-2007. Научн.-техн. сб. «Коммунальное хозяйство городов» вып. 74, С. 207-210.