

эстетические качества системы и среды: k_p – коэффициент натуральности облика; k_p – степень антропогенности элементов среды; k_p – степень композиционной значимости визуальных пространств; k_p – степень разнообразия территории по структуре и компонентам.

Оптимальность диапазонов критериев экологической надежности F_0 и психолого-эстетических качеств системы и среды P_i должна обеспечивать их биосферную совместимость. Следует отметить, что большинство исследователей оценку критерия эстетичности предлагает производить относительно наихудшего ландшафта, который более определим, так как по отношению к понятию «наилучший» всегда существует и превосходная степень, и тем более имеется неопределенность для чего или кого: человека, флоры, фауны, рекреационных целей.

Заключение

Необходимо отметить, что структурная сложность и неоднородность природных объектов позволяют создать только формализованные методы прогноза и оценки их состояний, ибо в принципе любое изменение абиотических параметров вызывает изменения всех систем. При этом степень допустимости (недопустимости) изменений их состояния имеет всегда внеэкономическую компоненту, связанную с уникальностью, т. е. оценка изменений состояния природных объектов, а соответственно и антропогенизирующих систем, должна проводиться на основе теории полезности, включающей как «материально осязаемые», так и «неосязаемые полезности».

Список цитированных источников

1. Чернышев, М.К. Математическое моделирование иерархических систем. – Москва: Наука, 1998. – С. 44–49.
2. Шведовский, П.В. Особенности моделирования функционирования агро- и экосистем методом прогнозов развития биосферных процессов / П.В. Шведовский, В.В. Лукша // Вестник БГУ, Сер. 2. – 2002. – № 2 (20). – С. 19–24.

УДК 628. 337

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КОАГУЛИРОВАНИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОДЫ СМЕШАНЫМ ЖЕЛЕЗО-АЛЮМИНИЕВЫМ КОАГУЛЯНТОМ

Яловая Н.П., Строкач П.П.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, yalnat@yandex.by

As a result of coagulation iron-aluminum of coagulants occurs adsorption $Al(OH)_3$ on particles $Fe(OH)_3$ the coagulant Mixed iron-aluminum has merits of an iron coagulant, at the same time the deposit is besieged more uniform, and in sediment bowls fuller clarification is reached.

Введение

Среди множества применяемых в водоподготовке коагулянтов наиболее распространены сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ и хлорид железа $FeCl_3$. Для целей хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения в большинстве случаев используются коагулянты в растворенном состоянии [1].

Основная часть

Сульфат алюминия $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ – это неочищенный технический продукт, представляет собой куски серого или зеленоватого цвета, получают в результате обработки бокситов, нефелинов или глин серной кислотой. Он должен содержать не менее 9,5 % Al_2O_3 , что соответствует содержанию около 30 % чистого сульфата алюминия. В нем также обычно содержится около 30 % нерастворимых примесей и до 35 % влаги.

Очищенный сульфат алюминия получают в виде плит серовато-перламутрового цвета переработкой неочищенного продукта или растворением глинозема в $\text{H}_2(\text{SO}_4)_3$. Этот реагент должен содержать не менее 17 % Al_2O_3 , что соответствует содержанию 53 % чистого $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Как и неочищенный глинозем, его перевозят навалом в закрытых железнодорожных вагонах. Для обработки воды используется 23-25 %-й раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. При его применении отпадает необходимость в специальных устройствах и оборудовании для растворения коагулянта, а также упрощаются и удешевляются погрузочно-разгрузочные работы и транспортирование.

Глинозем обладает недостатками, прежде всего повышенной чувствительностью к pH и температуре очищаемой воды. Изозлектрическая область для $\text{Al}(\text{OH})_3$, в которой он имеет наименьшую растворимость, соответствует $\text{pH}=6,5-7,8$. При низких температурах гидроксид алюминия образует сильно гидратированный и поэтому очень устойчивый золь. Повышение устойчивости золь отражается на скорости хлопьеобразования. Это вызывает большой перерасход коагулянта в зимнее время.

Из железных коагулянтов чаще используется хлорид железа III (FeCl_3), или хлорное железо, которое может быть получено непосредственно на станции очистки воды. Этот коагулянт получают действием хлорной воды на железные стружки. При этом химические реакции протекают следующим образом:



Железные коагулянты (в отличие от алюминиевых) не чувствительны к изменениям температуры и pH, поэтому их можно применять для вод различного состава. Кроме того, из-за большой плотности хлопьев $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ($3,6 \text{ г/см}^3$) по сравнению с плотностью хлопьев $\text{Al}(\text{OH})_3$ ($2,4 \text{ г/см}^3$) процесс осаждения с железными коагулянтами протекает быстрее. Однако основная масса крупных хлопьев оседает очень быстро, а мелкие – остаются в растворе длительное время. Это ухудшает качество воды.

Поэтому рекомендуется использовать коагулянты, которые состоят из сульфата алюминия и хлорида железа (III) в весовом отношении 1:1. В процессе коагуляции происходит адсорбция коллоидного гидроксида алюминия на частицах гидроксида железа. Таким образом протекает совместное хлопьеобразование и последующее осаждение. Смешанный коагулянт имеет положительные качества железного коагулянта, вместе с тем хлопья осаждаются равномернее, и в отстойниках достигается более полное осветление. Это приводит к меньшей нагрузке на фильтры и увеличению межпромывочного периода. Максимальное весовое отношение хлорида железа (III) к сульфату алюминия составляет 2:1 (расчет на безводные соли). Вместо предварительного смешения раствора сульфата алюминия и хлорида железа (III), эти реагенты можно дозировать в

смеситель раздельно, получая необходимую смесь непосредственно в очищаемой воде. Считается [1], что раздельный ввод коагулянтов допускает большую гибкость при переходе от одного оптимального соотношения к другому. Предварительное смешение растворов коагулянтов позволяет проще организовать дозирование. Применение смешанного коагулянта приводит к экономии сульфата алюминия в зимнее время до 60–65 %. Эти коагулянты чаще применяют для очистки промышленных сточных вод.

Сульфат алюминия ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) в качестве коагулянта имеет еще один недостаток – повышенная чувствительность к pH. Изoeлектрическая область для гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$), в которой он имеет наименьшую растворимость, соответствует $\text{pH}=6,5-7,8$. При более низких значениях pH образуются частично растворимые основные соли, при более высоких – алюминаты. При температуре 4 °C в результате увеличения степени гидратации гидроксида алюминия замедляются процессы хлопьеобразования и отстаивания, быстро засоряются фильтры, осадок гидроксида алюминия отлагается в трубах и, наконец, остаточный алюминий попадает в очищенную воду, и хлопья гидроксида алюминия образуются в воде уже после подачи ее потребителям. В связи с этим предложены другие коагулянты на основе алюминия – это оксихлорид алюминия ($\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и алюминат натрия (NaAlO_2) [1].

Оксихлорид алюминия ($\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) представляет собой зеленоватые кристаллы. Его готовят растворением свежесажженного гидроксида алюминия в 0,5-1 % растворе соляной кислоты (HCl). При использовании этого коагулянта минерализация воды возрастает, а щелочность воды снижается в меньшей степени, чем при введении сульфата алюминия. Это особенно важно для мягких вод.

Алюминат натрия (NaAlO_2) представляет собою твердые куски белого цвета с перламутровым отблеском на изломе. Его получают растворением гидроксида алюминия в растворе гидроксида натрия (NaOH). Товарный продукт содержит 55 % Al_2O_3 , 35 % Na_2O и до 5 % свободной щелочи NaOH. Растворимость алюмината натрия при 20 °C составляет 370 г/дм³ [2].

Заключение

Отсюда следует, что железные и алюминиевые или железо-алюминиевые коагулянты, получаемые электрохимическим методом, в силу увеличения щелочности раствора электролита по своим коагулирующим свойствам должны быть близки к оксихлориду алюминия и алюминату натрия. Это же относится к процессу электрокоагуляции, когда электролитом является собственно обрабатываемая вода. В этом случае находит объяснение физико-химический эффект, полученный в [3], при очистке мягкой высокоцветной воды и при пониженных температурах. Этот эффект обусловлен применением смешанного железо-алюминиевого коагулянта, раствор которого имеет более низкое значение кислотности и, соответственно, более высокое значение щелочности, чем отдельные (сульфат алюминия и хлорид железа (III)) и смешанный коагулянты.

Список цитированных источников

1. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод: учебник для вузов / Л.А. Кульский, П.П. Строкач. – Киев: Вышш. школа. Головное изд-во, 1986. – 352 с.
2. Строкач, П.П. Практикум по технологии очистки природных вод: учеб. пособие / П.П. Строкач, Л.А. Кульский. – Минск: Выш. школа, 1980. – 320 с.
3. Способ очистки природных вод: патент РФ № 2121979, кл. С 02 F 1/463 / В.А. Чантурия, Г.П. Двойченкова, Э.А. Трофимова [и др.]; опубл. 20.11.98 // Бюл. № 32.