

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОАГУЛЯНТІВ У ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

К. Б. СОРОКІНА, канд. техн. наук, доцент; **О. Д. ТРЕТЯК**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Україна, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17

Джерелами водопостачання більшості великих міст України є поверхневі води. Вода, яку забирають з річок і водосховищ, піддається реагентній обробці з метою її очищення від різних домішок.

Для видалення з води грубодисперсних, колоїдних і мінеральних домішок, а також значної частини органічних і мікробіологічних забруднень використовують коагулянти.

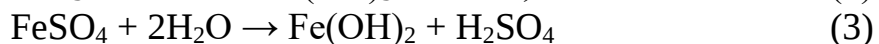
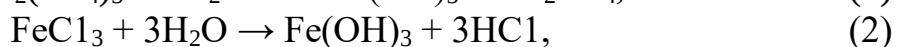
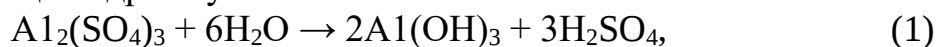
Коагуляція – це процес, під час якого відбувається зниження ступеня дисперсності колоїдно-розчинених домішок в результаті агрегації їх часток з утворенням макрофази.

В даний час на ринку представлений величезний вибір коагулянтів і флокулянтів для очищення води, однак строгого поділу на коагулянти та флокулянти не існує. У зарубіжній літературі все реагенти, які беруть участь в агрегації і осадженні частинок називають флокулянтами. Найбільш широко прийнятий розподіл за таким принципом: до коагулянтів відносять низькомолекулярні речовини, що впливають на електрокінетичний потенціал, а до флокулянтів – високомолекулярні сполуки, що викликають агрегацію частинок за рахунок хімічної взаємодії.

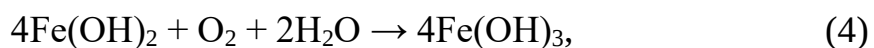
Все коагулянти можна розділити на органічні та неорганічні. До органічних відносять низькомолекулярні водорозчинні полімери, такі як поліаміни, діциандіамідні та мелаїноформальдегідні смоли, полідадмак. Дані сполуки ефективні, вони практично не впливають на рН води, для очищення достатньо невеликих доз. Неорганічні коагулянти отримали більш широке застосування в промислових обсягах, це пов'язано з їх універсальністю, поширеністю і низькою вартістю. Мінеральні коагулянти представлені солями алюмінію, заліза та їх сумішами, значно рідше використовують солі магнію, титану, цинку.

Найбільше застосування знайшли сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, сульфат $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ та хлорид залізу FeCl_3 [1].

В результаті реакцій гідролізу:

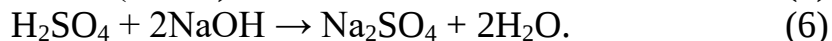
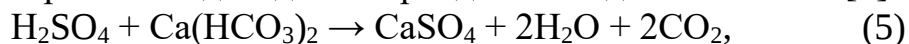


і наступного окиснення гідроксиду заліза (2+) розчиненим у воді киснем за реакцією:



утворюються майже нерозчинні у воді гідроксиди алюмінію і заліза, які є нестійкими компонентами колоїдної системи.

Наведені реакції гідролізу можуть протікати лише за умови, що сірчана або соляна кислоти, які утворюються під час коагуляції, будуть частково нейтралізовані гідрокарбонатами кальцію і магнію, що містяться у воді, а за умови їх відсутності або нестачі – в воду додають лужні реагенти: вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$, соду Na_2CO_3 або їдкий натр NaOH з доведенням рН до необхідної величини [1]:



В разі низьких температур в зимовий час і в паводок очищення води сульфатом алюмінію протікає незадовільно: процеси утворення пластівців і осадження сповільнюються, пластівці утворюються дуже дрібні, в очищеній воді з'являються помітні кількості залишкового алюмінію.

До переваг коагулянтів на основі заліза порівняно з солями алюмінію можна віднести [1, 2]:

- кращу їх дію в разі низьких температур оброблюваної води;
- ширшу зону оптимальних значень рН середовища;
- здатність усувати запахи і присмаки, які зумовлені присутністю сірководню;
- видаляти марганець, сорбувати сполуки міді та миш'яку, каталізувати окислення фенолу та інших органічних сполук.

Серед недоліків солей заліза можна відзначити такі:

- утворення з деякими органічними сполуками сильно забарвлених розчинних комплексів;
- сильні кислотні властивості, які підвищують корозійну активність на апаратуру;
- менш розвинена поверхня пластівців;
- необхідність додавання вапна або хлору для окислення Fe^{2+} під час використання солей закисного заліза. В іншому випадку утворення пластівців сильно сповільнюється (наприклад, за умови вмісту 52 % Fe^{2+} в суміші з Fe^{3+} швидкість протікання коагуляції приблизно в 2,5 рази нижче, ніж за умови відсутності Fe^{2+});
- найкраща коагуляція домішок води солями заліза має місце при рН води 3,5–6,5 або 8,0–11,0, що вимагає додаткового підкислення або підлужування.

Всі коагулянти алюмінієвої основи, які мають рН розчинів менше 4, можна представити загальною хімічною формулою:

$$K_{\text{Al}} = [\text{Al}_2(\text{OH})_a \text{Cl}_b (\text{SO}_4)_c]_n, \quad (7)$$

де $a + b + c = 6$.

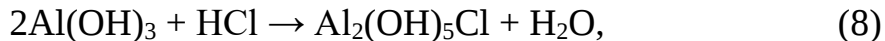
Окремі випадки для формули (1) при різних поєднаннях коефіцієнтів a , b і c показані в таблиці 1 [3].

В останні роки для очищення води часто використовують гідроксихлориди алюмінію (ГОХА) і оксихлориди алюмінію (ОХА), які є аналогами ПОХА. Відомі випадки використання гідроокисульфата алюмінію (ГОХСА), що є аналогом ПХСА.

Таблиця 1 – Види алюмінієвих коагулянтів

$c=0$	$[Al_2(OH)_a Cl_b]_n$	$a + b = 6$	Поліоксихлорид алюмінію (ПОХА)
$b=0$	$[Al_2(OH)_a (SO_4)_c]_n$	$a + c = 6$	Поліоксисульфат алюмінію (ПОСА)
$a=0$	$[Al_2 Cl_b (SO_4)_c]_n$	$b + c = 6$	Поліхлорсульфат алюмінію (ПХСА)
$c=0$, $a=0$	$AlCl_3$		Хлорид алюмінію (ХА)
$b=0$, $a=0$	$Al_2(SO_4)_3$		Сульфат алюмінію (СА)

Спосіб отримання оксихлориду алюмінію включає обробку металевого алюмінію хлорвмісним розчином. При цьому в якості хлорвмісного розчину використовують розчини соляної кислоти. Кристали оксихлориду алюмінію $Al_2(OH)_5Cl \cdot 6H_2O$ отримують розчиненням свіжоосадженого гідроксиду алюмінію в 0,5–1 %-ному розчині соляної кислоти. Реагент містить 40–44 % Al_2O_3 і 20–21 % $NaCl$ [2]. Випускають його у вигляді 35 %-ного розчину. Крім того, поліоксихлорид алюмінію отримують під час взаємодії HCl з чистим алюмінієм:



Практичний досвід застосування поліоксихлориду алюмінію підтверджує його високу ефективність під час очищення поверхневих вод. При цьому кислотність і корозійна активність його водних розчинів нижча порівняно з водними розчинами сульфату алюмінію при однакових концентраціях в них Al_2O_3 від 2 до 8 %.

Використання цього класу коагулянтів в системах водопідготовки має наступні переваги [2, 3]:

- висока ефективність видалення з води органічних речовин, суспензій, забарвленості;
- невеликі витрати реагентів (1–6 мг Al_2O_3 на літр води);
- коагулянт сумісний з усіма реагентами для підлужування води;
- не знижує лужність або рН оброблюваної води;
- добре розчиняється в холодній і гарячій воді в будь-яких концентраціях і без осаду;
- невеликий залишковий вміст алюмінію;
- різко покращує ефект дії при використанні спільно з флокулянтами.

Список джерел:

1. Запольський А. К. Фізико-хімічна теорія очищення води коагулюванням сульфатом алюмінію (Повідомлення 1) / А. К. Запольський // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – 2011–2012. – № 4–1. – С. 4–13.
2. Гетманцев С. В. Комбинированная технология производства высокоэффективных коагулянтов. / С. В. Гетманцев, В. С. Гетманцев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 9. – С. 41-48.
3. Стрелков А. К. Изучение коагулирующей способности водных растворов полигидроксохлоридов алюминия. / А. К. Стрелков, Д. Е. Быков, А. В. Назаров // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – №3. – С. 65-71.