

ВИБІР ТИПУ АЛЮМОВМІСНОГО КОАГУЛЯНТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПИТНОЇ ВОДИ

Т. О. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент; **М. М. ПУШКАЛОВА**, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти освітня програма «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

61002, Україна, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17

e-mail: tamara.shevchenko@kname.edu.ua, pushkalova98@gmail.com

Здатність дисперсних систем зберігати певну ступінь дисперсності називається агрегативною стійкістю [1].

Частинки дисперсної фази опираються злипанню за рахунок різних механізмів. Дана здатність обумовлена по-перше утворенням на поверхні частинок дисперсної фази подвійного електричного шару, що забезпечує електричну стабілізацію дисперсної системи. По-друге, працює молекулярно-адсорбційний механізм стабілізації, що полягає в утворенні навколо частинок шарів адсорбції, що складаються з молекул дисперсного середовища і розчинених в ній речовин. По-третє, існує кінетичний фактор стійкості – мала частота зіткнень дисперсних частинок.

Золі (колоїдні розчини) відрізняються від грубодисперсних і молекулярних систем агрегативною нестійкістю, тому вони змінюються як у часі, так і при додаванні різних речовин.

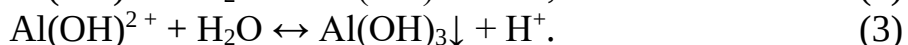
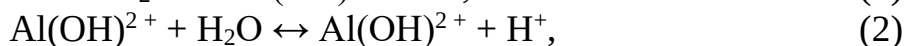
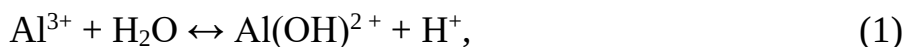
Суть механізму очищення води від завислих колоїдних частинок складається в порушенні рівноважного стану системи – усунення балансу сил, що не дозволяють часткам осісти.

Для досягнення цієї мети використовується процес коагуляції колоїдних домішок (коагуляція води).

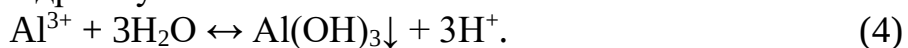
Коагуляція – процес злипання колоїдів в більші агрегати, що відбувається в результаті їх зіткнень при броунівському русі, змішуванні або направленому переміщенні в зовнішньому силовому полі, додаванні коагулянтів. При цьому відбувається випадання осаду – коагулята.

Найчастіше для очищення води коагуляцією на вітчизняних станціях водопідготовки і в басейнах використовують 18-ти водний кристалогідрат сульфату алюмінію – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.

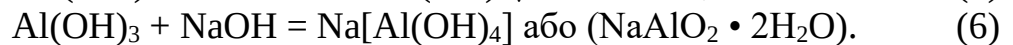
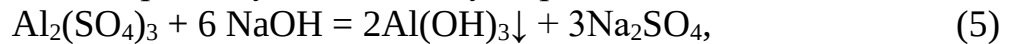
Процеси, які відбуваються при введенні в воду солей алюмінію, аналогічні вищеописаним при додаванні солей заліза:



Сумарне рівняння гідролізу:



Утворення осаду гідроксиду алюмінію відбувається при значеннях рН в діапазоні від 5 до 7,5. При $\text{pH} < 5$ осад не утворюється. При $\text{pH} > 8,5$ йде розчинення утвореного гідроксиду алюмінію з утворенням алюмінатів:



Сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ – неочищений технічний продукт, що представляє собою шматки сірувато-зеленуватого кольору, одержувані шляхом обробки бокситів, нефелінів або глин сірчаною кислотою.

Він повинен мати не менше 9% Al_2O_3 , що відповідає вмісту порядку 30% чистого сульфату алюмінію. У ньому також міститься близько 30% нерозчинних домішок і до 35% води [1].

Очищений сульфат алюмінію отримують у вигляді плит сірувато-перламутрового кольору з неочищеного продукту або глинозему розчиненням в сірчаній кислоті. Він повинен мати не менше 13,5% Al_2O_3 , що відповідає вмісту 45% сульфату алюмінію.

В нашій країні для обробки води випускається також 23–25% розчин сульфату алюмінію. При його застосуванні відпадає необхідність у спеціальному обладнанні для розчинення коагулянту, а також спрощуються і здешевлюються вантажно-розвантажувальні роботи і транспортування.

Коагулюючі властивості $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ обумовлені утворенням колоїдного гідроксиду алюмінію і основних сульфатів в результаті гідролізу. В процесі коагуляції $\text{Al}(\text{OH})_3$ колоїдні частинки домішок, що знаходяться у воді, захоплюються і виділяються разом з гідроксидом алюмінію у вигляді драглистих пластівців. $\text{Al}(\text{OH})_3$ має підвищену чутливість до рН і температури оброблюваної води. Ізоелектрична область для гідроксиду алюмінію, де у нього найменша розчинність, відповідає $\text{pH} = 6,5\text{--}7,5$. При більш низьких значеннях рН утворюються частково розчинні основні солі, при більш високих – алюмінати. При температурі вихідної води нижче 4 °С в результаті зростання гідратації гідроксиду алюмінію сповільнюються процеси коагулювання її домішок і декантування пластівців, швидко засмічуються фільтри, осад гідроксиду алюмінію відкладається в трубах, залишковий алюміній потрапляє в фільтрат, а пластівці гідроксиду утворюються у воді вже після подачі споживачам.

Основними споживачами сульфату алюмінію є підприємства водоканалу, які використовують його в якості коагулянту для очищення питної води від механічних суспензій, бактерій, солей жорсткості. Важливо відмітити, що в умовах оптимального дозування очищена вода не містить залишковий алюміній. Коагулюючі властивості сульфату алюмінію дозволяють використовувати його також при хімводопідготовці на підприємствах ТЕЦ і ГРЕС.

Все більшого поширення в процесах водопідготовки і очищення стічних вод отримують коагулянти на основі поліоксихлориду алюмінію [1, 2]. Переваги цих коагулянтів в порівнянні з сульфатом алюмінію:

- поставка у вигляді розчинів, що робить більш зручним їх застосування (не треба розчиняти);
- більший процентний вміст активної речовини;
- отримання очищеної води більш високої якості;

- скорочення обсягу вторинних відходів;
- низький залишковий вміст алюмінію ($< 0,2$ мг/л);
- не потрібно коригувати рН;
- широкий діапазон робочих температур.

Технічні характеристики таких коагулянтів виробництва ВАТ «Аурат» наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики коагулянтів на основі поліоксихлориду виробництва ВАТ «Аурат»

№ з/п	Найменування показників	АКВА-АУРАТ 10 $\text{AlCa}_{0.26}(\text{OH})_{2.2}\text{Cl}_{1.3}$	АКВА-АУРАТ 14 $\text{Al}(\text{OH})_{0.8}\text{Cl}_{2.2}$	АКВА-АУРАТ 18 $\text{Al}(\text{OH})_{1.3}\text{Cl}_{1.7}$	АКВА-АУРАТ 30
1	Масова доля Al_2O_3 , %	$10 \pm 0,6$	$13,6 \pm 0,5$	$17,0 \pm 0,5$	$30,0 \pm 2,0$
2	Масова доля Cl, %	$13,0 \pm 2,0$	$22,0 \pm 2,0$	$21,0 \pm 2,0$	$35,0 \pm 2,0$
3	Щільність (20 °C), г/см ³	$1,24 \pm 0,02$	$1,33 \pm 0,03$	$1,036 \pm 0,02$	–
4	рН	$2,5 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,5$	–
5	Масова доля Fe, %, не більше	0,01	0,01	0,01	0,03
6	Масова доля Pb, %, не більше	0,001	0,001	0,001	0,003
7	Масова доля Cd, %, не більше	0,002	0,002	0,002	0,006
8	Масова доля As, %, не більше	0,001	0,001	0,001	0,003
9	Основність	$70,0 \pm 5,0$	$26,0 \pm 6,0$	$43,0 \pm 5,0$	–
10	Температура замерзання, °C	–18	–20	–20	–

У порівнянні з іншими алюмовмісними коагулянтами оксихлорид алюмінію характеризується більш високим вмістом водорозчинного алюмінію, значно меншою витратною нормою, бактерицидною і протимікробною активністю, низьким солевмістом і залишковим алюмінієм в очищеній воді, меншою кислотністю і зниженням корозійної активності оброблюваної води. Вода після обробки оксихлоридом алюмінію (ОХА) не призводить до забивання теплообмінного обладнання. Оксихлорид алюмінію найбільш ефективний при очищенні високозабруднених стічних вод, низькотемпературних паводкових вод з великою кількістю суспензій, вод з високою кольоровістю, з підвищеним вмістом завислих речовин, важких металів, нафтопродуктів, фосфатів, СПАР і ін. [2].

Список джерел:

1. Коагуляція води. Види коагуляції в водоподготовці. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://water2you.ru/articles/tekhnologii-ochistki-vody/koagulyatsiya-kolloidnykh-primesey/>
2. Алюмінія оксихлорид (водний розв'язок). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://extream.ru/Alyuminiya_oksiklorid_\(vodniy_rastvor\)_Produkty_hlornogo_proizvodstva_96.htm](https://extream.ru/Alyuminiya_oksiklorid_(vodniy_rastvor)_Produkty_hlornogo_proizvodstva_96.htm)