**Коагуляція домішок води**

План

Вступ

1.Інтенсифікація процесу конвективної коагуляції домішок води

2.Контактна коагуляція

3.Визначення оптимальних доз реагентів

4.Елоктрохімічне коагулювання

Висновок

Література

ВСТУП

Коагуляцією домішок води називають процес укрупнення дрібних колоїдних і зважених часток, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання під дією сил молекулярного тяжіння. Коагуляція завершується утворенням видимих неозброєним оком агрегатів-пластівців і відділенням їх від рідкого середовища.

Розрізняють два види коагуляції: у вільному обсязі (відбувається в камерах хлоп’єутворення) і контактну (в товщі зернистого завантаження або масі зваженого осаду). Коагуляцію домішок води при її освітленні і знебарвленні роблять із метою інтенсифікації процесів осадження та фільтрування, при цьому з води можна виділити не тільки дисперговані домішки, але і речовини, що знаходяться в колоїдному стані.

На процес коагуляції істотно впливають такі фактори:

- Правильний вибір дози коагулянту;

- Концентрація водневих іонів у воді;

- Лужність води;

- Температура води;

- Умови перемішування (у камерах хлоп’єутворення);

- Швидкість змішання коагулянту з водою;

- Вміст у воді природних суспензій.

Для створення сприятливих умов коагулювання домішок води широко використовують попереднє хлорування.

Хлор досить давно застосовувався для обробки води, але як знезаражуючого бактерицидного агента для знезараження води, і вводився в воду на початку і в кінці процесу очищення.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОЇ КОАГУЛЯЦІЇ ДОМІШОК ВОДИ

Методи інтенсифікації процесів коагуляційного очищення:

1.***Реагентні*** — методи, які потребують внесення у воду додаткових реагентів — флокулянтів, окиснювачів, регуляторів величини рН, мінеральних замутнювачів.

2. ***Безреагентні*** — вода перемішується у визначеному режимі; найбільш раціоанальний режим додавання коагулянту; рециркуляційна коагуляція зависі через зону введення нової порції коагулянту; суміщення коагуляції з фізичними методами.

***Реагентні методи***

* Регулювання величини рН.

Найбільш широкого використання отримали лужні реагенти — вапно (найчастіше), подрібнене СаСО3 , іноді — негашене вапно, кальцинована сода, NaOH, Na2CO3,відходи цементного виробництва. Найчастіше лужні реагенти вводяться перед введенням коагулянту і в залежності від роду коагуляції (об`ємна, контактна), визначають часовий проміжок введення.

Із кислих реагентів для регулювання рН, використовують H2SO4, рідше HCl H2CO3 . Підкислення води дозволяє покращити її очищення від спеціальних забруднювачів — ПАР, кремнієві кислоти, мікроорганізми.

Іноді при обробці води коректують рН двічі з послідовним введенням кислого та лужного реагенту.

* Використання мінеральних замутнювачів.

При стандартних дозах коагулянту пересичені води малорозчинними продуктами гідролізу являється метастабільним станом, енергія перенасичення недостатня для виникнення необхідної кількості зародків твердої фази. Тому вносять штучні замутнювачі, які відіграють роль додаткових центрів кристалізації продуктів гдролізу та прискорюють коагуляцію. Замутнювачі різко підсилюють флокуляційну дію поліелектролітів, відбувається збільшення ефекту сорбції розчинених домішок.

Вимоги до замутнювачів:

1. Висока степінь дисперсності.

2. Достатньо велика сорбційна ємність по відношенню до домішків води.

3. Наявність заряду протилежного за знаком до заряду продуктів гідролізу коагуляції.

Найбільш поширені замутнювачі — глини, бентоніти, подрібнений графіт.

* Використання флокулянтів.

Флокулянти — речовини (розчини електролітів, ПАР, полімери), які викликають в рідких колоїдно-дисперсних системах флокуляцію. Використовуються в технол. процесах водопідготовки, збагачення корисних копалин, закріплення ґрунтів та ін.

***Безреагентні методи***

* Підбір раціонального режиму добавлення коагулянтів у воду:

1. Фракційне коагулювання — розраховують кількість коагулянту, що добавляється у воду послідовними порціями. Досягнутий ефект обумовлений кінетичною особливістю. В результаті гідролізу першої порції коагулянту утворюються зародки твердої фази, яка виступає в ролі центрів утворення пластівців при гідролізі з послідовними порціями коагулянту.

2. Концентроване коагулювання — вся необхідна кількість коагулянту добавляється не у весь об`єм води, а тільки до частини; після хорошого перемішування частинки води з розчином коагулянту ,потік утвореної води об`єднують з потоком іншої води.

* Рециркуляція осаду зависі, що осіла

Обробка води з поверненням частини осівшого осаду призводить до економії коагулянту (до 30%), це прискорює осадження зависі і збільшує утворення пластівців. Утворений осад призводить до вимивання домішок.

* Фізичні методи інтенсифікації:

1. За допомогою електричного поля.

2. За допомогою магнітного поля.

3. Дія ультразвуку.

Основний принцип дії цих факторів зводиться до порушення гідравлічної оболонки флокулянтів, що сприяє їх злипанню та коагуляції.

КОНТАКТНА КОАГУЛЯЦІЯ

Контактна коагуляція - технологічний процес освітлення і знебарвлення води, що полягає в адсорбції її домішок з порушеною агрегатною стійкістю на поверхні частинок контактної маси. У основі процесу лежать сили міжмолекулярного тяжіння. Однак, вони визначаються тільки при умові руху рідини, коли дрібні частинки домішок води зближуються із зернами фільтруючого завантаження, подолавши при цьому електростатичні сили відштовхування.

У процесі контактної коагуляції взаємодіють частинки, що значно розрізнюються своїми розмірами. Частинки домішок води мають мікро- і ультрамікроскопічні розміри, а частинки контактної середи - макроскопічні. Прилипання агрегатно нестійких домішок води до поверхні частинок контактної маси є окремим випадком коагуляції, що носить назву адагуляція. Характерною особливістю цього процесу є велика швидкість в поєднанні з високим ефектом при менших витратах коагулянта. Інтенсивність прилипання дрібних домішок до відносно великих зерен завантаження набагато перевищує швидкість агломерації між собою окремих дрібних частинок у вільному об'ємі рідини.

При фільтруванні води, обробленої коагулянтом, через пісок з розміром зерен 0,5 мм її освітлення відбувається за 5- 10 хв. Подібна глибина освітлення води при конвективній коагуляції частинок з утворенням пластівців досягається за 20- 40 хв. Контактна коагуляція відрізняється не тільки високою швидкістю процесу, але і великою повнотою видобування з води її домішок, що дозволяє при обробці маломутних кольорових вод обмежуватися тільки одним методом її кондиціонування. При коагулюванні домішок води в об'ємі пластівці, що утворюються вимагають подальшого їх виділення тим або іншим методом.

Ефект контактної коагуляції підвищується по мірі скорочення інтервалу між введенням коагулянта у воду, що обробляється і її надходженням в шар контактної маси. За цей короткий проміжок часу у воді, що обробляється устигають утворитися мікроагрегати злиплих первинних частинок. Далі коагуляція йде за рахунок корозії цих мікроагрегатів на макроповерхні частинок контактної маси.

Переваги контактної коагуляції порівняно із звичайною об'ємною в наступному: вона протікає швидше, менш чутлива до температури, можлива навіть при низькому лужному резерві води, вимагає на 10-15% менших доз коагулянтів.[1]

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОЗ РЕАГЕНТІВ

Визначення оптимальної дози реагентів є дуже складне завдання, позаяк у практиці очищення води можливо одночасне зміна ряду факторів, наприклад складу і кількість домішок.

Для очищення природних і стічних вод від колоїдних забруднень у водопостачанні використовують коагулянти – солі алюмінію і заліза, які легко гідролізують: Al2(SO4)3·18H2O – вісімнадцятиводний сірчанокислий глинозем; FeCl3·6H2O – хлорне залізо; FeSO4·7H2O – сульфат заліза (II); Al2(OH)5Cl·6H2O – гідрохлорид алюмінію; NaAlO2 – алюмінат натрію; Fe2(SO4)3 – сульфат заліза (III). Застосовують також змішаний коагулянт, що є сумішшю розчинів сульфату алюмінію і хлориду заліза (III) в співвідношенні 1:1 моль.

Дозу коагулянту Дк безводного сульфату алюмінію для кольорових вод розраховують за емпіричною формулою:

 Дк = 4√З, мг/дм3, (2.1)

де З – забарвленість води, градуси платиново-кобальтової шкали.

Для мутних вод дозу коагулянту розраховують за величиною каламутності М за формулою

 Дк = 3,5√М , мг/дм3. (2.2)

Для практичних цілей дозу коагулянту для мутних вод приймають за таблицею 15 ДБН В.2.5 – 74:2013 [2].

Розрахункова доза коагулянту не завжди дає необхідний ефект – швидке утворення і осадження пластівців осаду, достатньо добре очищення води (пониження окислюваності й забарвленості води), підвищення прозорості та ін. Тому оптимальну дозу коагулянту (мінімальну його дозу, яка викликає після закінчення 10-15 хвилин ефективну коагуляцію – утворення крупних, швидко осідаючих пластівців осаду, досягнення необхідного очищення) часто визначають експериментально.

Якщо лужність води недостатня для нейтралізації кислот, які утворюються при гідролізі коагулянту, то воду підлужують. Дозу лугу розраховують за формулою:

 Дл = 0,075 Дк – Л0 + 1, мг-екв/дм3, (2.3)

де Дл – доза лугу, що забезпечує нормальне протікання гідролізу,мг-екв/дм3;

 Дк – доза коагулянту, мг/дм3;

 Л0 – загальна лужність вихідної води, мг-екв/дм3;

 1 – резервна залишкова лужність води, мг-екв/дм3.

Для переведення дози лугу в мг/дм3 її множать на величину еквівалента тієї речовини, якою здійснюють підлужування.

Процес коагуляції характеризують декількома стадіями. Після змішування розчину коагулянту з водою, яку очищають, спочатку жодних змін не відбувається. Потім з'являється опалесценція, після чого вода мутніє від утворення великої кількості найдрібніших пластівців (до 5000 в 1 мл), які агрегуються в більші. При цьому кількість їх в одиниці об'єму зменшується, а після того, як вона досягає 5-10 одиниць в 1 мл (кінець утворення пластівців), починається їх осадження. Перемішування води викликає прискорення зростання частинок.[3]

ЕЛЕКТРОХІМІЧНА КОАГУЛЯЦІЯ

У основі електрокоагуляції лежить процес анодного розчинення металів під дією постійного електричного струмом з подальшим гідролізом катіонів металів і їх участю в процесі коагуляції домішок води.

Електрохімічне розчинення металів, що занурені в розчин і перебувають під дією прикладеного ззовні електричного потенціалу, залежить від багатьох чинників, але в основному визначається процесами, що відбуваються на аноді і катоді.

На аноді відбувається окислення металу із переходом його іонів в розчин:

|  |
| --- |
| Al – 3е → Al3+; |
| Fe – 2е → Fe2+. |

Безперервний вихід іонів металу в розчин можливий лише за умови відведення електронів з катода, який здійснюється при протіканні реакцій відновлення.

|  |
| --- |
| 2Н2О + О2 + 4е → 4ОН–. |

Кисень також бере участь в процесі переходу іонів Fe2+ у форму Fe3+ і при досить високому потенціалі виділяється на аноді, пасивуючи метал (утворюючи плівки оксиду). При цьому внаслідок поляризації електроду різко скорочується швидкість його розчинення. Поляризація катоду відбувається за рахунок відкладень на його поверхні лужноземельних з'єднань унаслідок високих значень рН води в прикатодній області.

Іони ОН– утворюють з іонами металу гідроокису: Аl(ОН)3 або Fe(ОН)2. Гідрозакис заліза потім окислюється в гідроокис:

|  |
| --- |
| 4Fe(ОН)2 + О2 + Н2О → 4Fe(ОН)3. |

Таким чином, гідроокиси металів можуть бути отримані у воді без введення в неї аніонів SO42–. Крім того, електрохімічний метод електрокоагуляція дозволяє відмовитися від використання традиційних коагуляцій, а також апаратури, пов'язаної з їх приготуванням і дозуванням.

Теоретично кількість електрики, необхідної для розчинення 1 г-екв металу, складає 26,8Аr*.*Проте практично кількість електрики завжди вище теоретичної внаслідок поляризаційних ефектів на пластинах, витрати енергії на нагрів води і т.п. Для зменшення цього ефекту і більш рівномірного використання пластин проводять через певний час (зазвичай через 15 хв.) переполюсовку напруги, що підводиться. При проведенні електрокоагуляції спостерігається підвищення рН води на 0,5 – 1,0 за рахунок розрядки іонів Н+,що дає можливість не підлужувати воду реагентами.

Практично у всіх апаратах для електрокоагуляції, що застосовуються в промисловості, використовуються пластини металу, що підвищує вартість обробки і збільшує габарити апарату (рис. 1). Всі конструкції пластинчастих апаратів відносяться до безнапірного типу. При роботі з великими витратами води такі апарати незручні, їх складно розташовувати в схемах ВПУ. Вживання пластинчастих апаратів невигідне також і тому, що використання пластин можливе тільки до 50%-го їх розчинення. Інакше внаслідок викривлення пластин можливе коротке замикання в апараті.[4]



Рис. 1 Пластинчаста електрокоагуляція:

1 – корпус;

2 – пластини з металу;

3 – надходження води;

4 – вихід води.

Перспективні апарати з використанням в якості анодів масивних металевих відливок (рис. 2).



Рис. 2 Електрокоагуляція з поверхнею аноду, що оновлюється:

1 – збірна ванна;

2 – розчинний анод;

3 – катод;

4 – пластинки з абразивного матеріалу;

5 – сервопривід; → – очищена вода

Така електрокоагуляція складається з масивного аноду, встановленого в баку з неелектропровідного матеріалу і розташованого над ним на відстані 0,5 – 1 мм катода. Малий зазор стабілізується за допомогою пластинок з абразивного матеріалу, які при обертанні катоду видаляють з аноду пасивуючу плівку оксиду металу. Вода подається через центральний отвір в аноді (або через катод) і протікає в щілині між катодом і анодом зі швидкістю, що забезпечує турбулентний режим потоку. Мала величина зазору дозволяє різко скоротити втрати енергії на електричний опір води і підвищити щільність струму більш ніж у 100 разів в порівнянні з пластинчастими електрокоагуляторами. Катоду може бути надано або поворотно-обертальний рух за допомогою кулісного механізму, або обертальний з використанням енергії потоку води. Така конструкція автоматично забезпечує постійну величину зазору при спрацьовуванні анода.

Підвищити інтенсивність процесу анодного розчинення металу можна при збільшенні площі електродів. Цього можна добитися, не збільшуючи габарити апаратів, за допомогою засипних електродів з гранул металів. Крім усього іншого цей метод дозволяє також використовувати відходи металу і знизити вартість обробки води.[5]



Рис. 3 Електрокоагуляція типу «труба в трубі» з пористою засипкою:

1 – корпус;

2 – внутрішня труба-катод;

3 – вставний анод;

4 – сітка;

5 – гранули металу;

6 – вхід води;

7 – вихід води.

Конструкція такого апарату типу «труба в трубі», розробленого в МЕІ, представлена на рис. 3. У цьому апараті внутрішня труба використовується для подачі води і одночасно служить катодом. Анодом є труба більшого діаметру, вставлена в корпус і прилегла до нього зсередини. Пористе середовище розташовується в міжтрубному просторі і відділяється від катода перфорованою неелектропровідною прокладкою. Розташування основних електродів дозволяє розподілити прикладений потенціал таким чином, що щільність струму на основному аноді буде мінімальною, що дає можливість продовжити час його роботи. Подача води знизу до верху сприяє евакуації газу з порожнини апарату. Розташування шару дозволяє йому у міру спрацьовування під силою тяжіння опускатися вниз, рівно заповнюючи простір між анодом і катодом. Ця конструкція може бути виконана і в біполярному варіанті підключення електродів, якщо встановити кільцеподібні перфоровані діафрагми, що розділяють пористе середовище на окремі шари. Такий апарат може працювати під тиском, що істотно розширює можливість його вживання в схемах ВПУ ТЕС.

Ефективність електрокоагуляційного очищення води істотно вище за ефективність реагентної коагуляції і складає 70 – 90% проти 50 – 60% при реагентній коагуляції.[6]

ВИСНОВОК

Перевагою електрокоагуляції перед контактною коагуляцією є те, що вона ефективніша при обробці води з великою кількістю органічних речовин, що пояснюється високою активністю комплексоутворення іонів алюмінію та феруму та відсутністю аніонів SO42-, Cl-. При цьому утворюються металоорганічні комплекси. Добре видаляється Сr(VI) та кремнієва кислота.

Метод електрокоагуляції забезпечує високий ефект видалення з води забруднень у вигляді зависей (мінерального, органічного і біологічного походження) колоїдів (з'єднань заліза, речовин, що зумовлює кольоровість води і т. д.), а також окремих речовин, що знаходяться в молекулярному і іонному станах. Істотною перевагою електрокоагуляції перед реагентними методами очищення води є можливість відмови від будівництва громіздких очисних споруд, що займають значні виробничі площі. Експлуатація установок може бути значно спрощена внаслідок того, що електрохімічні процеси легко піддаються механізації, управлінню і автоматизації. Електрокоагуляція дозволяє здійснювати процес очищення води в компактних, автоматично діючих установках, що легко обслуговуються і особливо зручна для невеликих автономних об'єктів (на судах річкового флоту, в сільському господарстві, для малих селищ і т. д.).

Сучасний розвиток теплоенергетики, радіоелектроніки, целюлозно-паперового, текстильного і інших виробництв пред'являє підвищені вимоги до якості води, особливо до вмісту в ній з'єднань кремнію, заліза, кисня, органічних і інших речовин. Однак, ще немає досить простих і високоефективних методів попередньої підготовки води. Висока сорбційна здатність гідроксида алюмінію по відношенню до забруднень води і інші переваги методу електрокоагуляції дозволяють використати його для очищення технічних, питних і стічних вод.

До числа нестач методу потрібно віднести підвищення витрати електроенергії і металу на одиницю води, що обробляється.

ЛІТЕРАТУРА

1. Олексія Л. С., Гладков В. А. Покращення якості м'яких вод. М., Стройіздат, 1994 р.
2. Алферова Л. А., Нечаєв А. П. Замкнуті системи водного господарства промислових підприємств, комплексів і районів. М., 1984 р.
3. Аюкаев Р. И., Мельцер В. 3. Виробництво і застосування фільтруючих матеріалів для очищення води. Л., 1985.
4. Вейцер Ю. М., Міїц Д. М. Високомолекулярні флокулянти в процесах очищення води. М., 1984.
5. Егоров А. И. Гідравліка напірних трубчастих систем у водопровідних очисних спорудах. М., 1984.
6. Журба М. Г. Очистки води на зернистих фільтрах. Львів, 1980.