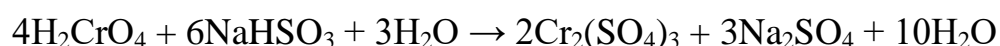


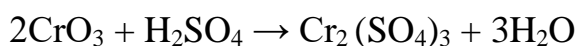
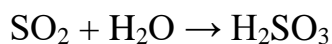
Лекція 10. Очистка стічних вод від Cr (VI)

Методи відновного очищення стічних вод застосовують у тих випадках, коли вони містять легко відновлювані речовини. Ці методи широко використовуються для видалення зі стічних вод сполук ртуті, хрому, миш'яку.

Метод очищення стічних вод від речовин, що містять шестивалентний хром, заснований на відновленні його до тривалентного з наступним осадженням у вигляді гідроокису в лужному середовищі. У якості відновників можуть бути використані активне вугілля, сульфат закисного заліза, бісульфат натрію, водень, двоокис сірки, відходи органічних речовин (наприклад, газетний папір), піритний недогарок та ін. На практиці для відновлення найбільше часто використовують розчини бісульфіту натрію:



Реакція протікає швидко при рН 3 - 4 і надлишку сірчаної кислоти. Відновлення двоокисом сірки відбувається за реакціями

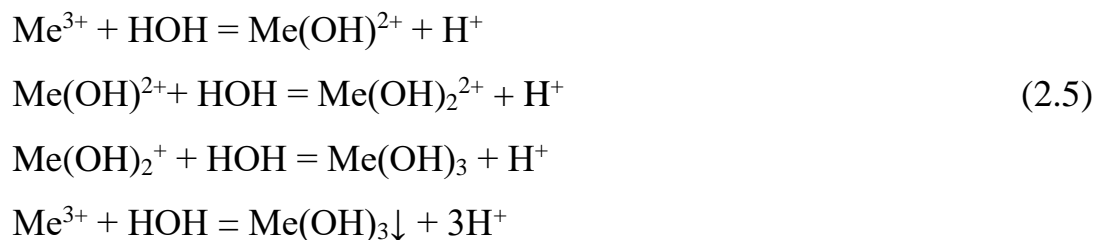


Найбільше швидко вони протікають при рН 2 - 2,5. Цей процес є перспективним, тому що для відновлення можна використовувати газ, що містить SO_2 . Відновлення можна провести в колонному апараті. Це дозволяє забезпечити очищення не тільки стічних вод від токсичних сполук хрому, але і газів, що утворюються, від SO_2 .

4.3 Метод осадження

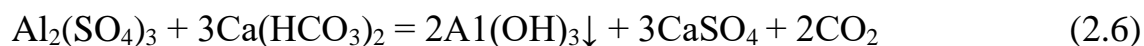
Коагуляція - це процес укрупнення дисперсних, часточок у результаті їх взаємодії й об'єднання в агрегати. В очищенні стічних вод її застосовують для прискорення процесу осадження тонкодисперсних домішок і емульгованих

речовин. Коагуляція може відбуватися самочинно, під впливом хімічних і фізичних процесів. Однак у процесах очищення стічних вод коагуляція відбувається під впливом спеціальних речовин, що додаються до них – коагулянтів [9]. Коагулянти у воді утворюють пластівці гідратів окисів металів, що швидко осідають під дією сили тяжіння. Пластівці володіють здатністю уловлювати колоїдні і зважені частки й агрегувати їх. Тому що колоїдні часточки мають слабкий негативний заряд, а пластівці коагулянтів слабкий позитивний заряд, то між ними виникає взаємне тяжіння. Процес гідролізу коагулянтів і утворення пластівців відбувається на наступних стадіях:



Як коагулянти звичайно використовують солі алюмінію, заліза або їх суміші. Вибір коагулянту залежить від його складу, фізико-хімічних властивостей і вартості.

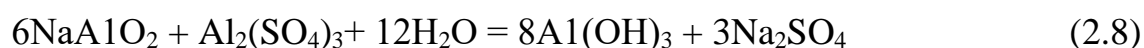
Як коагулянти використовуються наступні солі алюмінію: сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$; алюмінат натрію NaAlO_2 , оксихлорид алюмінію $\text{Al}_3(\text{OH})_5\text{Cl}$; квасці - алюмокалієві $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ і аміачні $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. З цих сполук найбільш розповсюджений сульфат алюмінію, що ефективний в інтервалі значень рН 5 - 7,5. Він добре розчиняється у воді і має відносно низьку вартість. Його застосовують у сухому вигляді або в вигляді 50% -ного розчину. При коагулюванні сульфату алюмінію він взаємодіє з гідрокарбонатами, що містяться у воді:



Алюмінат натрію застосовують у сухому вигляді або у вигляді 45% розчину. Він є лужним реагентом, при рН 9,3 - 9,8 утворюються швидкоосаджувані пластівці. Для нейтралізації надлишкової лужності можна використовувати кислоти або димові гази, що містять CO_2 :



У більшості випадків використовують суміш $\text{NaAlO}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ у співвідношенні (10:1) — (20:1):



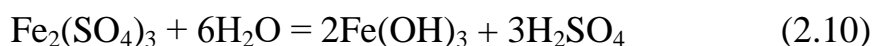
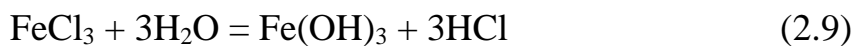
Спільне вживання цих солей дає можливість підвищити ефект освітлення, збільшити щільність і швидкість осадження пластівців, розширити оптимальну область рН середовища.

Оксихлорид алюмінію має меншу кислотність і тому придатний для очищення слабколужних вод; через високий вміст у ньому водорозчинного алюмінію прискорюється утворення пластівців й осадження коагулюючої суспензії, наприклад за реакцією:

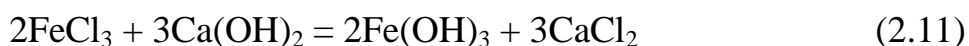


Із солей заліза як коагулянти використовують сульфати заліза $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ і $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, а також хлорне залізо FeCl_3 . Найбільше освітлення відбувається при використанні солей тривалентного заліза. Хлорне залізо застосовують у сухому вигляді або у вигляді 10-15%-них розчинів. Сульфати використовують у вигляді порошків. Доза коагулянту

залежить від рН стічних вод. Для Fe^{3+} рН дорівнює 6 - 9, а для Fe^{2+} рН 9,5 і вище. Для підлучення стічних вод використовують NaOH і Ca(OH)_2 . Утворення пластівців протікає за реакціями:



При підлученні



Солі заліза, як коагулянти, мають ряд переваг перед солями алюмінію: кращу дію виявляють при низьких температурах води; більш широка область оптимальних значень рН середовища; велика міцність і гідравлічна крупність пластівців; можливість використовувати для вод з більш широким діапазоном сольового складу; здатність усувати шкідливі запахи і присмаки, обумовлені присутністю сірководню. Однак є і недоліки: утворення при реакції катіонів заліза з деякими органічними сполуками сильно забарвлених розчинних комплексів; сильні кислотні властивості підсилюють корозію апаратури; менш розвинена поверхня пластівців [9].

При використанні сумішей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і FeCl_3 у співвідношеннях від 1:1 до 1:2 досягається кращий результат коагулювання, ніж при роздільному використанні реагентів. Відбувається прискорення осадження пластівців. Крім названих коагулянтів для обробки стічних вод можуть бути використані різні глини, алюмінійвмісні відходи виробництва, травлячі розчини, пасти, суміші, шлаки, що містять кремнекислоту.

Швидкість коагуляції залежить від концентрації електроліту. При низьких концентраціях електроліту ефективність зіткнень часток, тобто відношення кількості зіткнень, що закінчилися злипанням, до загальної кількості зіткнень, близька до нуля ($\psi=0$). По мірі зростання концентрації

швидкість коагуляції збільшується, але не всі зіткнення ефективні - таку коагуляцію називають, повільною. При $\psi = 1$ настає швидка коагуляція, при якій всі зіткнення часточок закінчуються утворенням агрегатів.

У полідисперсних системах коагуляція відбувається швидше, ніж у монодисперсних, тому що великі частки при осіданні захоплюють за собою більш дрібні. Форма часточок також впливає на швидкість коагуляції; Наприклад, подовжені частки коагулюють швидше, ніж кулясті.

Розмір пластівців (у межах 0,5 - 3 мм) визначається співвідношенням між молекулярними силами, що утримують часточки разом, і гідродинамічними силами відриву, які намагаються зруйнувати агрегати [7].

Міцність пластівців залежить від гранулометричного складу часточок, що утворюються, і пластичності. Агломерати часточок неоднорідних за розміром міцніші, ніж однорідні. Унаслідок виділення газів з води, а також у результаті аерації і флотації відбувається газонасичення пластівців, що супроводжується зменшенням об'ємної маси пластівців і зменшенням швидкості осадження.

Флокуляція - це процес агрегації зважених часток при додаванні в стічну воду високомолекулярних сполук, названих флокулянтами. На відміну від коагуляції при флокуляції агрегація відбувається не тільки при безпосередньому контакті часточок, але й у результаті взаємодії молекул адсорбованого на часточках флокулянта.

Флокуляцію проводять для інтенсифікації процесу утворення пластівців гідроокисів алюмінію і заліза з метою підвищення швидкості їх осадження. Використання флокулянтів дозволяє знизити дози коагулянтів, зменшити тривалість процесу коагулювання і підвищити швидкість осадження утворених пластівців.

Для очищення стічних вод використовують природні і синтетичні флокулянти. До природних флокулянтів відносяться крохмаль, декстрин, ефіри, целюлози, ін. Активна кремінна кислота є найбільш розповсюдженим неорганічним флокулянтом. Із синтетичних органічних флокулянтів

найбільше застосування в нашій країні одержав поліакриламід технічний (ПАА) і гідролізований (ГПАА). Технічний ПАА одержують при взаємодії акрилонітрилу із сірчаною кислотою з наступною полімеризацією акриламід у. Гідралізований поліакриламід одержують омиленням технічного ПАА лугом.

При виборі складу і дози флокулянта, враховують властивості його макромолекул і природу диспергированих часточок. Оптимальна доза ПАА для очищення промислових стічних вод коливається в межах 0,4 - 1 г/м³. ПАА діє в широкому діапазоні рН середовища. Однак швидкість осадження сфлокульованих пластівців при рН 9 зменшується [7].

Механізм дії флокулянтів оснований на наступних явищах: адсорбції молекул флокулянта на поверхні колоїдних частоток; ретикуляції (утворення сітчастої структури) молекул флокулянта; злипанні колоїдних часточок за рахунок сил Ван-дер-Ваальса.

Процес очищення стічних вод коагуляцією і флокуляцією складається з наступних стадій: дозування і змішування реагентів зі стічною водою; утворення пластівців та їх осадження (рис. 2.1).

Для змішання коагулянтів і флокулянтів з водою застосовують гідравлічні і механічні змішувачі. У гідравлічних змішувачах змішання відбувається внаслідок зміни напрямку руху і швидкості потоку води. У механічних змішувачах - апаратах з мішалками процес перемішування повинен бути рівномірним і повільним, щоб часточки при зближенні утворювали пластівці, які не руйнувалися б при обертанні мішалки [23].

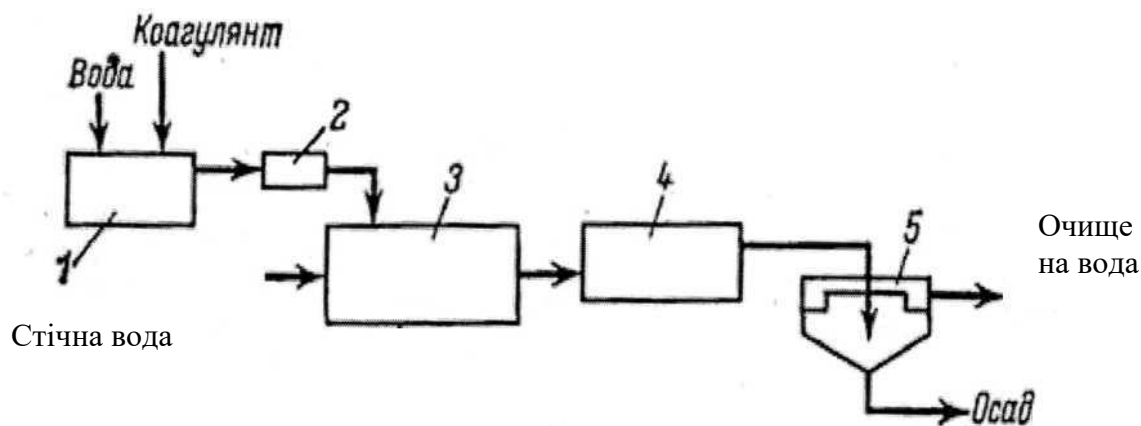


Рисунок 2.1 - Схема установки для очищення вод коагуляцією: 1 - ємність для приготування розчинів; 2 - дозатор; 3 - змішувач; 4 - камера для утворення пластівців; 5 - відстійник.

Після змішання стічних вод з реагентами вода направляєється в камери. Вони служать для утворення пластівців коагулянтів. Використовують камери вихрові, з механічними мішалками, з перегородками. Утворення пластівців у камерах протікає повільно - за 10-30 хв.

Камера являє собою резервуар, розділений перегородками на ряд послідовно прохідних водою коридорів. Швидкість води в коридорах приймають 0,2 - 0,3 м/с (рис. 2.2).

Січна вода, змішана з коагулянтом по трубі надходить у повітророзділювач 4, де відокремлюється повітря. Потім вода рухається по центральній трубі 5 до розподільних труб 6, що закінчуються соплами для розподілу й обертання води в кільцевій зоні, куди вводиться флокулянт. Пластівці коагулянту утворюються в кільцевій зоні. Зважені частки з пластівцями осідають на дно і видаляються з апарату. Освітлена вода через отвір 3 попадає в жолоб 2, з якого віддаляється.

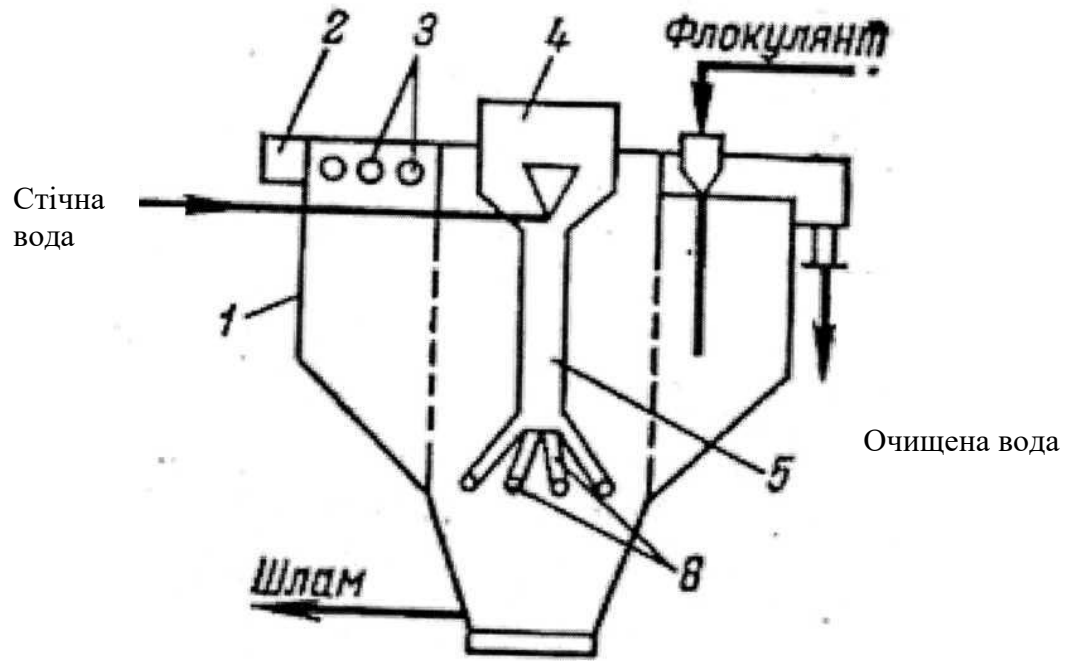


Рисунок 2.2- Коагулятор-освітлювач: 1 - корпус; 2 - жолоб; 3 - отвір для видалення води; 4 - повітророзділювач; 5 - центральна труба; 6 - розподільні труби.