

Винахід відноситься до технології знешкодження і очистки стічних вод, які вміщують іони важких металів методом феритизації і може знайти використання при очистці стічних вод гальванічного виробництва.

Відомий спосіб обробки стічних вод, що вміщують іони важких металів, який включає введення солі двовалентного заліза, лу, перемішування і виділення осаду [1]. Однак відомий спосіб зумовлює невелику швидкість окислення і протікання процесу феритизації, а також споживає велику кількість енергії.

В основу винаходу поставлене завдання вдосконалення способу обробки стічних вод, що містять іони важких металів, шляхом проведення реакцій в постійному або змінному магнітному полі, що приведе до збільшення швидкості окислення, внаслідок чого скорочується час обробки і зменшується споживання енергії.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі обробки стічних вод, що містять іони важких металів, який включає введення солі двовалентного заліза, лу, перемішування і відділення осаду, згідно з винаходом, в стічні води вводять суміш солей дво- і тривалентного заліза при їх співвідношенні в г-іон 1:2 і додатково надлишок солі двовалентного заліза $\geq 0,5$ г-екв на 1 г-екв сумарного вмісту важких металів, введення лу і перемішування здійснюють в постійному або змінному магнітному полі.

Спосіб обробки стічних вод оснований на осаджуванні важких металів з кристалами магнетиту, що утворюється при взаємодії γ -FeOOH з іонами двовалентного заліза. Надлишок солі двовалентного заліза приводить до утворення кристалів магнетиту, які сорбують іони важких металів, тобто до утворення феритів важких металів (з'єднання типу $\text{MeO} \cdot \text{FeO}$; $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Магнітне поле руйнує гідратну оболонку гідроокислу і відбувається утворення кристалів шпінелі, що значно прискорює реакцію феритизації.

Спосіб реалізується наступним чином. В відпрацьовану воду, яка вміщує іони важких металів, вводять суміш солей дво- і тривалентного заліза при їх співвідношенні 1 г-іон Fe^{+2} :г-іон Fe^{+3} і додатково - надлишок двовалентного заліза в кількості $\geq 0,5$ г-екв сумарного вмісту важких металів із наступним осаджуванням важких металів лугом в постійному або змінному електромагнітному полі.

При наявності у складі стічних вод іонів шестивалентного хрому необхідне співвідношення іонів дво- і тривалентного заліза досягають шляхом введення двовалентного заліза у співвідношенні 4,5 г-іон Fe^{+2} на 1 г-іон Cr^{+6} .

Приклад 1. В ємкість, в яку налито 1000 мл модельного розчину, що вміщує: 1000 мг/л нікелю і 1100 мг/л міді, додають 500 мл підкисленого розчину суміші солей дво- і тривалентного заліза $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, що має Fe^{+3} - 3360 мг і Fe^{+2} - 2660 мг.

Розрахунок співвідношення компонентів дозволять наступним чином:

$\text{C}^{+2}_{\text{Ni}} - 1000 \text{ мг/л (72 мг-й/л)}$

$\text{C}^{+2}_{\text{Cu}} - 1100 \text{ мг/л (68 мг-й/л)}$

$\text{Fe}^{+3} - 3360 \text{ мг/л (60 мг-й/л)}$

$\text{Fe}^{+2} - 1680 \text{ мг/л (30 мг-й/л)}$.

Для одержання вказаної кількості Fe^{+3} і Fe^{+2} розчиняють в 500 мл підкисленої води 13,3 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і 12 г $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Потім на розчин діють змінним магнітним полем шляхом занурення в розчин котушки, яка під'ємна до джерела струму і одночасно вводять 40%-ний розчин лу до pH 9,5...10,5, перемішують на протязі 1 хвилини і фільтрують. Напруженість магнітного поля не перевищує 1 А/м.

Осад чорного кольору з яскраво вираженими магнітними властивостями легко фільтрується через тканинний фільтр.

Фільтрат перевіряють на присутність Cu^{+2} реакцією із змішаним Індикатором ПАН з метиленовим синім (чутливість реакції 0,05 мкг/6 мл), Ni^{+2} - реакцією з диметилглюксимом (чутливість реакції 0,01 мкг/6 мл) і Fe^{+3} - реакцією з сульфосаліциловою кислотою. Іони Cu^{+2} і Ni^{+2} не виявлені. Іони Fe^{+3} виявлені в кількості 0,2 мг/л/ГДК Fe^{+3} - 0,5 мг/л/.

В деяких випадках в стічних водах присутні іони шестивалентного хрому, який являється сильним окислювачем і немає необхідності вводити солі тривалентного заліза, бо вони утворюються внаслідок відновлення шестивалентного хрому іонами двовалентного заліза.

Для відновлення 1 мг-й Cr^{+6} необхідно ввести 3 мг-й Fe^{+2} . Ці 3 мг-й Fe^{+2} , окислюючись іонами Cr^{+6} перейдуть в іони Fe^{+3} .

Надлишок іонів двовалентного заліза $\geq 0,5$ г-екв на 1 г-екв важких металів необхідний для утворення феритів важких металів (з'єднань типу $\text{MeO} \cdot \text{FeO}$; $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Приклад 2. 1000 мл модельного стоку містить:

$\text{C}_{\text{CrO}_3} - 2000 \text{ мг/л (20 мг-й/л)}$.

$\text{C}_{\text{Ni}^{+2}} - 1000 \text{ мг/л (72 мг-й/л)}$.

$\text{C}^{+2}_{\text{Cu}} - 1100 \text{ мг/л (68 мг-й/л)}$.

В ємкість додають 500 мл підкисленого розчину, який вміщує 15 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{Fe}^{+2} \sim 5,7$ г). Потім на розчин діють змінним магнітним полем шляхом занурення в ємкість котушки, що підключена до джерела струму і одночасно вводять 40%-ний розчин лу до pH 9,5...10,5, перемішують на протязі 1 хвилини і фільтрують. Напруженість магнітного поля не перевищує 1 А/м.

Необхідна кількість двовалентного заліза для одержання співвідношення $\text{Fe}^{+2}:\text{Fe}^{+3}$ 1:2 з врахуванням відновлення іонів Cr^{+6} іонами Fe^{+2} складає 4680 мг/л.

Іони двовалентного заліза потрібні для двох випадків відновлення Cr^{+6} в Cr^{+3} з досягненням необхідного співвідношення $\text{Fe}^{+2}:\text{Fe}^{+3}$ і для проведення феритизації 1073,8 мг/л.

Всього 5753 мг/л $\sim 5,7$ г/л Fe^{+2} .

Це складає 15 г/л $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Після 10 хвилин відстоювання одержаної суспензії в ємкості утворюється абсолютно прозора рідина і осад чорного кольору з яскраво вираженими магнітними властивостями, який легко фільтрується через тканинний

фільтр.

Фільтрат перевіряють на присутність Cr^{+6} реакцією з дифенілкарбазидом (чутливість реакції 0,005 мкг/6 мл), Cu^{+2} реакцією із змішаним Індикатором ПАН з метиленовим синім (чутливість 0,05 мкг/6 мл); Ni^{+2} - реакцією з диметилглюксимом (чутливість 0,01 мкг/6 мл) і Fe^{+3} реакцією з сульфасаліцилою кислотою. Іони Cr^{+6} , Cu^{+2} , Ni^{+2} не виявлені. Іони Fe^{+3} виявлені в кількості 0,2 мг/л (ГДК Fe^{+3} - 0,5 мг/л).

Аналогічні результати одержані при впливі на розчин постійного електромагнітного або магнітного полів.

Швидкість фільтрації одержаного осаду в 5-6 разів більша від швидкості фільтрації в ідентичних умовах гідроокисів, у зв'язку з тим, що осад фериту має дрібнокристалічну структуру, а осад гідроокисів - аморфну структуру, що буде обводнюватися.

В таблиці наведено порівняння найважливіших показників обробки 1 м³ розчину для відомого і запропонованого способів.

Запропонований спосіб дозволяє прискорити в 10-15 разів процес феритизації і більш повно здійснити його при однократній обробці стоку, а також одержати екологічно безпечний осад, причому процес іде без нагріву, що значно скорочує його енергоспоживання.

Метод обробки	Показники	
	Відом. спосіб	Проп. спосіб
Нагрів до температури 60–90°C	1–5 хв	–
Витримка для протікання реакції феритизації	10–15 хв	1 хв
Кількість споживаної енергії	$2,1 \cdot 10^5$ кДж	1 кВт·год