



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 146240

(13) U

(51) МПК

C02F 1/62 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2020 04848	(72) Винахідник(и): Кочетов Геннадій Михайлович (UA), Самченко Дмитро Миколайович (UA), Ємчура Богдан Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.07.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 04.02.2021	(73) Володілець (володільці): Кочетов Геннадій Михайлович, вул. Ніщинського, 12, корп. 1, кв. 67, м. Київ, 03049 (UA), Самченко Дмитро Миколайович, вул. Заводська, 5, кв. 42, смт Городниця, Новоград-Волинський р-н, Житомирська обл., 11714 (UA), Ємчура Богдан Миколайович, вул. Освіти, буд. 6, м. Київ, 03037 (UA)
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 03.02.2021, Бюл.№ 5	(74) Представник: Абрамовська Марина Вадимівна, реєстр. №451

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ЦИНКУ (II)**(57) Реферат:**

Спосіб очищення стічних вод від іонів цинку (II), згідно з яким у стічні води вводять солі заліза, розчин лугу, перемішують в змінному магнітному полі та аерують при оптимальній об'ємній витраті повітря 1,5-2 дм³/хв/1 дм³ суспензії.

UA 146240 U

Корисна модель належить до способів очищення стічних вод від іонів важких металів, зокрема від іонів цинку Zn^{2+} , і може бути використана на підприємствах машинобудування, приладобудування, чорної і кольорової металургії, радіоелектроніки, електротехнічної промисловості, які мають гальванічне виробництво для створення локальних систем водоочищення та оборотного водопостачання.

Для вилучення іонів важких металів, та зокрема іонів цинку із відпрацьованих технологічних розчинів та стічних вод гальванічних ліній перспективним є застосування феритизаційної очистки з електромагнітною імпульсною активацією процесу.

Відомий спосіб очищення стічних вод від іонів важких металів (патент США № 3931007, 06.01.1976), що включає введення двовалентного заліза та лужного реагенту з подальшим нагріванням утвореної суспензії суміші гідроксидів важких металів до $60^{\circ}C$ з одночасним безперервним введенням газу-окиснювача (кисню повітря) протягом 1 год. Як лужний реагент використовують гідроксид натрію, залізо вводять у вигляді солі - сульфату заліза.

Недоліком запропонованого способу є необхідність нагріву реакційної суміші до $60^{\circ}C$ при тривалості процесу 1 год. Це призводить до значних енергетичних та технологічних затрат, і крім того значно збільшує тривалість циклу очистки. Крім того, потреба в контролі співвідношень декількох компонентів технологічно ускладнює процес та обладнання.

Відомий також спосіб очищення стічних вод від іонів нікелю (II) за патентом UA 95723 U (12.01.2015), який здійснюється шляхом введення солей заліза та лугу з подальшим перемішуванням в постійному або змінному магнітному полі, який відрізняється тим, що в стічні води водять двовалентне залізо з мольним співвідношенням іонів $Fe^{2+}:Ni^{2+} = 1,9:1$ та обробляють воду аерацією повітрям. Недоліком цього способу є, зокрема, недостатньо оптимізований режим аерації.

Патент RU 2282598 C1, 27.08.2006, розкриває спосіб хімічної стабілізації гальванічних шламів, які тривалий час перебувають на зберіганні, який включає змішування суспензії гальванічних шламів з сульфатом двовалентного заліза і лугом до pH 9-10, нагрівання суміші в реакторі і на завершення процесу барботування суміші повітрям, який відрізняється тим, що на початку процесу здійснюють активацію гальванічних шламів розчином сірчаної кислоти з pH 3,8-4,0 протягом 15-20 хв, після чого в суспензію при перемішуванні і нагріванні вводять феритизований гальванічний шлам, процес феритизації здійснюють протягом 25-30 хв і при цьому реакційна суміш повинна бути нагріта до $50-60^{\circ}C$. Але цей спосіб теж не досліджує оптимальний режим аерації. Розкривається використання $2,5-3\text{ м}^3$ повітря на м^3 суспензії.

Інший патент, RU 2082681 C1, 27.06.1997, розкриває спосіб видалення іонів важких металів з концентрованих технологічних розчинів та стічних вод, що включає обробку надлишковою солі заліза (II) та лужного реагенту в присутності каталізатора за допомогою процесу феритизації, нагрівання отриманої суспензії при барботуванні кисневмісного газу або повітря, охолодження суспензії до кімнатної температури і розділення рідкої і твердої фаз, що відрізняється тим, що обробку проводять із надлишком сульфату заліза з підвищенням pH до 9...10, використовують персульфати або перманганати або перхлорати лужних металів як каталізатор. Суспензію нагрівають $60...90^{\circ}C$ з витримуванням при цій температурі до завершення процесу обробки. Недоліками цього методу є неоптимальна аерація та необхідність використання каталізаторів. Режим використання аерації в цьому патенті не досліджували, аерували за потребою, до досягнення повного проходження феритизації.

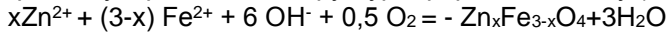
Найбільш близьким аналогом за технічною суттю та з отриманого результату є спосіб очищення стічних вод від іонів важких металів, який полягає в тому, що в відпрацьовану воду, яка містить іони важких металів, вводять суміш солей дво- і тривалентного заліза при їх співвідношенні в г-іон 1:2 і додатково надлишок солі двовалентного заліза $\geq 0,5$ г-екв на 1 г-екв сумарного вмісту важких металів, введення лугу до pH з 9,5-10,5 і перемішування здійснюють в постійному або змінному магнітному полі. (Патент України на винахід 19216, опублікований 25.12.1997).

Недоліком даного способу є необхідність використання значної кількості хімічно чистих реактивів - сульфатів заліза (II) і (III), які додаються в мольному співвідношенні $Fe:Me=2,6:1$, що робить цей спосіб очищення води економічно не вигідним.

В основу цієї корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу очищення стічних вод, що містять іони цинку (II), шляхом проведення процесу феритизації з електромагнітною активацією та додаванням солей двовалентного заліза при певному мольному співвідношенні іонів важких металів, при виконанні аерації із оптимальною об'ємною витратою газу-окиснювача (повітря). Це дозволить забезпечити високу глибину видалення іонів цинку (до норм Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення) та мінімізує енергетичні затрати для проведення процесу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що очищення стічних вод від іонів цинку (II) здійснюється шляхом введення солей заліза і розчину лугу при постійному перемішуванні. З метою зниження споживання необхідних реагентів в стічну воду замість суміші іонів дво- і тривалентного заліза водять двовалентне залізо з мольним співвідношенням іонів Fe^{2+} : $Zn^{2+} = 5$: 1 та виконують аерацію повітрям з об'ємною витратою 1,5...2 $дм^3/хв$ / 1 $дм^3$ розчину.

Запропонований спосіб дозволяє отримати практично нерозчинний осад внаслідок співосадження іонів Zn^{2+} та Fe^{2+} лужним реагентом та подальшого часткового окислення Fe (II) в (III) киснем повітря. При цьому досягається тісний контакт частинок гідроксидів, що сприяє утворенню упорядкованої структури феритного осаду (сполук типу $Zn_xFe_{3-x}O_4$):



З метою удосконалення способу очищення стічних вод від іонів цинку (II) було проведено низку експериментів. Отримані результати продемонстровано у Таблиці (нижче).

Таблиця

№ п/п	Витрата повітряної суміші Q, [л/хв]	Залишкова концентрація C, [г/л]		Ступінь Очищення α, [%]	
		Zn^{2+}	Fe^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}
1	0,5	0,14	0,56	95,6	96,46
2	1,5	0,12	0,18	96,2	98,86
3	2	0,13	0,14	95,8	99,1
4	2,5	0,27	0,12	91,45	99,24
5	3,5	0,2	0,08	93,67	99,5

У всіх дослідах, результати яких представлені в Таблиці, початкова концентрація C Zn^{2+} була 3,16 г/л, Fe^{2+} - 15,82 г/л, відношення Fe^{2+}/Zn^{2+} дорівнює 5/1.

Згідно з викладеними вище результатами, переважне втілення способу очищення стічних вод від іонів цинку (II) здійснюється наступним чином.

В ємність, в яку наливо 0,2 $дм^3$ розчину, що містить 3,16 г/ $дм^3$ Zn^{2+} , додають 0,2 $дм^3$ розчину сульфату заліза (III), який має концентрацію Fe^{2+} 15,82 г/ $дм^3$ для одержання сумарної концентрації по іонам важких металів 19 г/ $дм^3$. При цьому співвідношення іонів Fe^{2+} до Zn^{2+} становить 5:1. Потім в ємність додають 25 % розчин NaOH до досягнення значення pH = 10,5 при безперервному перемішуванні протягом 60 с. Після перемішування на отриману суспензію діють електромагнітними імпульсними розрядами з одночасною безперервною аерацією протягом 10 хв. Об'ємна витрата повітряної суміші для досягнення мінімальних залишкових концентрацій та стійкої структури осаду становить 1,5...2 $дм^3/хв$ / 1 $дм^3$ розчину. Амплітуда магнітної індукції в робочій зоні становить від 0,23 до 0,43 Тл з діапазоном генеруючих частот до 0,9 кГц. Після гравітаційного осадження одержана суспензія розділюється на два основні шари, верхній - очищена вода та нижній - осад чорного кольору, який має магнітні властивості та щільну структуру.

Залишкові концентрації іонів заліза і цинку в отриманій очищеній воді визначали на спектрофотометрі "HACH Lange" DR-3900. Залишкові концентрації іонів заліза та цинку становлять: $Fe=0,14$ мг/ $дм^3$, $Zn^{2+} = 0,14$ мг/ $дм^3$, що менше ніж ГДК за Правилами приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Згідно з цими Правилами, ГДК: $Fe=2,5$ мг/ $дм^3$, $Zn^{2+} = 1$ мг/ $дм^3$.

Запропонований спосіб потребує значно менших витрат електроенергії за рахунок заміни термічної активації на електромагнітну та зниження потужності компресорного обладнання. Розрахункова витрата електроенергії становить 7 кВт · год./ $м^3$. В той же час, даний спосіб дозволяє скоротити кількість витрат більш дешевих хімічних реагентів на 10-15 % порівняно з прототипом і знизити вартість самого процесу в 1,5-2 рази.

У випадку введення повторного використання відходів гальванічних ліній - відпрацьованих технологічних розчинів, що містять іони Fe^{2+} , для проведення процесу очищення будуть витрачатися лише лужний реагент та мінімальна кількість електроенергії для роботи обладнання.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб очищення стічних вод від іонів цинку (II), згідно з яким у стічні води вводять солі заліза, розчин лугу, перемішують в змінному магнітному полі та аерують, який **відрізняється** тим, що аерують при оптимальній об'ємній витраті повітря 1,5-2 дм³/хв/1 дм³ суспензії.