

УДК 628.16

Д.І. Зоря

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ЦЕМЕНТАЦІЄЮ ВІД МІДІ В СТАТИЧНИХ УМОВАХ, В ПРОЦЕСІ ЇЇ ВІДНОВЛЕННЯ НА ЧАСТИНКАХ ЗАЛІЗНОГО ПОРОШКУ

АНОТАЦІЯ

Наведено результати досліджень ефекту очищення стічних вод, які містять мідь, методом цементациї. Досліджується кінетика зміни вмісту іонів міді в розчині при її цементациї залізним порошком.

Ключові слова: *Вода. Мідь. Цементация.*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований эффекта очистки сточных вод, содержащих медь, методом цементации. Исследуется кинетика изменения содержания ионов меди в растворе при ее цементации железным порошком.

ANNOTATION

Presented results of studies for effect of copper containing wastewater treatment by cementation. Was investigated kinetics of copper ions' content in solution at it's cementation on iron powder.

Розвиток промисловості на Україні супроводжується значним збільшенням забруднення навколишнього середовища. Очисні споруди міст не в змозі знезаражувати великі обсяги суміші побутових і стічних вод. Осад, що утворюється на промислових підприємствах в результаті очищення стічних вод, не завжди може бути утилізований з отриманням вторинного продукту із-за наявності значної кількості токсичних домішок. Одночасно з промисловими стоками втрачається значна кількість цінних компонентів - щорічно із стічними водами гальванічних підприємств скидається 0,46 тисяч тон міді, тоді як потреби України в цьому металі становлять приблизно 120-140 тисяч тон на рік.

Один із шляхів вирішення цієї проблеми – використання на гальванічних виробництвах ресурсозберігаючої технологічної схеми переробки стічних вод лінії міднення з повторним використанням очищеної води і сполук важких металів. Значний вплив на забруднення сполуками міді має, зокрема, виробництво друкованих плат. В

залежності від конструктивних особливостей цих виробництв, запропоновані різні варіанти технологічних процесів [1]: гетерогенні окисні- відновні процеси (травлення міді та хім. міднення) Травлення міді - складний окисно-відновний процес, при якому мідь в травильний розчин переходить із металевого стану в іонний. При цьому відпрацьовані кислоти ($\text{pH}=1.5$) розчини містять 200-450 г/л CuCl_2 . Токсичність цих висококонцентрованих розчинів значно перевищує ГДК. Для їх попередньої очистки доцільне застосування методу цементації [2]. Суть цього методу полягає в тому, що метали, які мають більш негативний електродний потенціал, відновлюють в кислому середовищі інші метали з їх сполук. Застосування методу цементації дає можливість отримати товарні продукти: цінні важкі метали переважно у дисперсній формі та солі металів, а головне - в результаті цементації можна знизити вміст іонів токсичної міді в обробленій воді. Цей метод є ефективним і може, на наш погляд, використовуватись як попередній ступінь очищення перед ферритизацією. Зважаючи на те, що традиційне використання стружки ускладнює регенерацію міді після процесу цементації і ця проблема не вирішена в попередніх роботах [1].

Метою нашої роботи було експериментальне дослідження ефекту очистки відпрацьованого технологічного розчину від міді, отримання міді у високо дисперсному стані з одночасним зменшенням концентрації токсичних іонів в розчині, а саме - відновлення міді з використанням металічного заліза у дрібнодисперсному стані – порошку.

Досліди цементації міді проводились в статичних умовах на модельному розчині в реакторі, загальні розміри якого становили 4 x 4x 12 см.

Залізний порошок крупністю 0,5-0,7 мм розташовувався в реакторі на тканинній підкладці, що занурена у розчин, який містить мідь. Площа поверхні частинок становила 1,13 мм^2 . Частинки порошку укладені шаром товщиною 1-2 мм і їхня площа при розмірах колонки 40x40 мм (в плані) становить 5, 8 см^2 , 9224 мм^2 (92 см^2) при кількості шарів 3, при цьому загальна площа залізних часток становить 276 см^2 .

З огляду на те, що процес розчинення відбувається з поверхні, а реактор виконаний у вигляді колонки з рядом полиць на яких розміщувався залізний порошок, нами оцінювалась ефективність розчинення, з урахуванням загальної поверхні частинок. В дослідях використовувався модельний розчин CuCl_2 , вихідна концентрації міді становила 18×10^{-3} г/дм³, $\text{pH}_{\text{роз}} = 1,5$. температура розчину 20⁰ С.

Обсяг розчину, який містить мідь, становив 160 см^3 , а загальна кількість залізних часток - 95 г., результати дослідів представлені в таблиці 1.

На основі даних, які наведені в таблиці 1, побудовано графік кінетики процесу цементації, який досліджувався за зміною концентрації міді в розчині (рис.1). В результаті аналізу табличних даних ми прийшли до висновку, що кінетику реакції цементації в статичних умовах у часі можна представити співвідношенням

$$v = K_0 C^n \quad (1)$$

де v швидкість хімічної реакції цементації, K_0 - константа швидкості реакції, n - порядок реакції.

Таблиця 1

Зміни вмісту міді в процесі цементації

| № п | Час дослідів Хв. | Вміст міді в розчині, г/см ³ | Зменшення кількості міді в розчині г/см ³ | Ефект очистки С/С ₀ x100% | Кількість міді що випала г. |
|-----|------------------|---|--|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| 1. | 7.5 | $12,02 \times 10^{-3}$ | $5,98 \times 10^{-3}$ | 33,2 | $95,0 \times 10^{-3}$ |
| 2. | | $12,02 \times 10^{-3}$ | $5,98 \times 10^{-3}$ | 33,2 | $95,0 \times 10^{-3}$ |
| 3. | | $12,1 \times 10^{-3}$ | $5,9 \times 10^{-3}$ | 32,9 | $94,0 \times 10^{-3}$ |
| 4. | | $11,97 \times 10^{-3}$ | $6,03 \times 10^{-3}$ | 33,5 | 110×10^{-3} |
| 5. | | $12,04 \times 10^{-3}$ | $5,96 \times 10^{-3}$ | 33,1 | 110×10^{-3} |
| 6. | 15 | $8,75 \times 10^{-3}$ | $9,25 \times 10^{-3}$ | 51,4 | 148×10^{-3} |
| 7. | | $8,59 \times 10^{-3}$ | $9,47 \times 10^{-3}$ | 52,6 | 151×10^{-3} |
| 8. | | $8,67 \times 10^{-3}$ | $9,33 \times 10^{-3}$ | 51,8 | 167×10^{-3} |
| 9. | | $8,61 \times 10^{-3}$ | $9,39 \times 10^{-3}$ | 52,2 | 169×10^{-3} |
| 10. | | $8,56 \times 10^{-3}$ | $9,44 \times 10^{-3}$ | 52,4 | 151×10^{-3} |
| 11. | 22.5 | $8,40 \times 10^{-3}$ | $9,6 \times 10^{-3}$ | 63,3 | 152×10^{-3} |
| 12. | | $8,32 \times 10^{-3}$ | $9,68 \times 10^{-3}$ | 63,8 | 165×10^{-3} |
| 13. | | $8,37 \times 10^{-3}$ | $9,63 \times 10^{-3}$ | 63,5 | 164×10^{-3} |
| 14. | | $8,28 \times 10^{-3}$ | $9,72 \times 10^{-3}$ | 64 | 169×10^{-3} |
| 15. | | $8,35 \times 10^{-3}$ | $9,65 \times 10^{-3}$ | 63,6 | 168×10^{-3} |
| 16. | 30 | $4,86 \times 10^{-3}$ | $13,14 \times 10^{-3}$ | 73 | 210×10^{-3} |
| 17. | | $4,95 \times 10^{-3}$ | $13,05 \times 10^{-3}$ | 72,5 | 215×10^{-3} |
| 18. | | $4,75 \times 10^{-3}$ | $13,25 \times 10^{-3}$ | 73,6 | 205×10^{-3} |
| 19. | | $4,86 \times 10^{-3}$ | $13,13 \times 10^{-3}$ | 73,4 | 208×10^{-3} |
| 20. | | $4,89 \times 10^{-3}$ | $13,11 \times 10^{-3}$ | 72,8 | 212×10^{-3} |
| 21. | 37.5 | $3,06 \times 10^{-3}$ | $14,94 \times 10^{-3}$ | 83 | 222×10^{-3} |
| 22. | | $2,77 \times 10^{-3}$ | $15,28 \times 10^{-3}$ | 84,4 | 225×10^{-3} |
| 23. | | $2,71 \times 10^{-3}$ | $15,51 \times 10^{-3}$ | 86,4 | 227×10^{-3} |
| 24. | | $2,93 \times 10^{-3}$ | $15,07 \times 10^{-3}$ | 83,7 | 224×10^{-3} |
| 25. | | $2,66 \times 10^{-3}$ | $15,34 \times 10^{-3}$ | 85,2 | 226×10^{-3} |
| 26. | 75 | $1,54 \times 10^{-3}$ | $16,46 \times 10^{-3}$ | 81,4 | 265×10^{-3} |
| 27. | | $2,01 \times 10^{-3}$ | $15,99 \times 10^{-3}$ | 88,5 | 260×10^{-3} |
| 28. | | $1,98 \times 10^{-3}$ | $16,02 \times 10^{-3}$ | 88,3 | 256×10^{-3} |
| 29. | | $1,9 \times 10^{-3}$ | $16,1 \times 10^{-3}$ | 89,4 | 258×10^{-3} |
| 30. | | $1,5 \times 10^{-3}$ | $16,5 \times 10^{-3}$ | 91,2 | 264×10^{-3} |

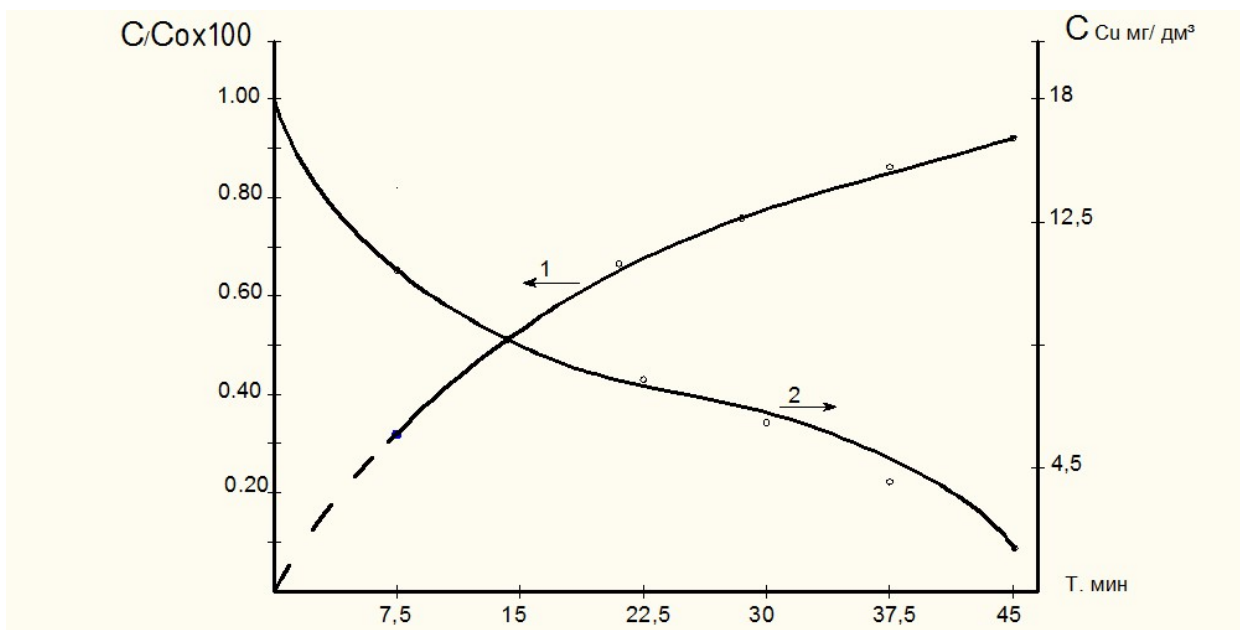


Рис.1. Кінетика ефективності очищення води від міді C/C_0 залежно від часу:
 1 - зміна концентрації для іонів міді в розчині в залежності від часу;
 2 - кількість осадженої металічної міді в залежності від часу

Для визначення порядку реакції використаний графічний метод. Відомо, що для порядку реакції 0,1,2, рішення рівняння можливо представити у наступному вигляді, відповідно :

$$\ln C = \ln C_0 - Kt;$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + Kt$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{1}{C_0^2} + 2Kn$$

Графічно вигляд цих функцій представлено на рис.2 в координатах

$$\ln C = f(t) ; \quad \frac{1}{C} = f(t) ; \quad \frac{1}{C^2} = f(t).$$

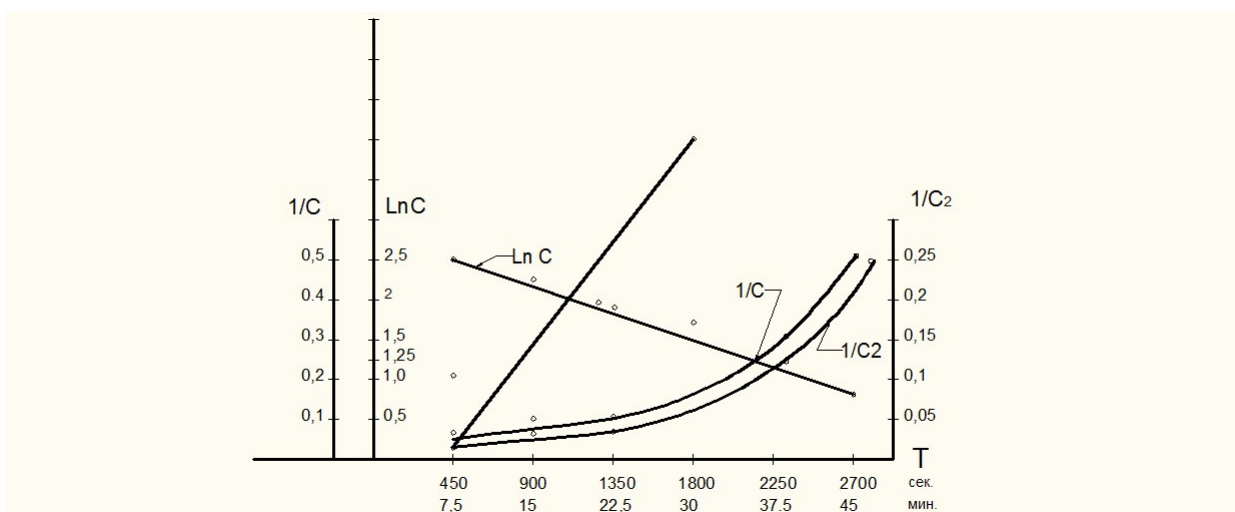


Рис. 2. Зміна вмісту міді $C-C_0$ в розчині в залежності від часу

Найбільш наближена функція до лінійної залежності визначає порядок реакції. З огляду на дані, які представлені на рисунку 2 цією функцією буде $\ln C = f(t)$ і от же нами прийнято порядок реакції $n=1$.

Таким чином, проведені дослідження показали високий ефект очистки води від міді, дозволили отримати мідний порошок та встановити фактори, які впливають на процес цементації. Також було отримано необхідні показники для побудови інженерних методів розрахунку протікання процесу цементації міді на частинках залізного порошку, яку ми представимо в наступних публікаціях.

Отримання ефекту зменшення кількості міді в розчині дає можливість зменшити затрати на подальшу очистку води ферритизацією та отримати товарний продукт - металеву мідь. Запропонована нами методика дозволяє зменшити собівартість регенерації міді в процесі цементації.

Список літератури:

1. 09.18-19И.335 Удаление ионов меди из сточных вод гальвано производства в процессе электродиализа. Removal copper ions from electroplating rinse water using electrode ionization. Feng Xiao, Gao Jun-song, Wu Zu- cheng. J.Zhejiang Univ. Sct. A.2008. 9, №9

2. *Removal* and recovery of copper via a galvanic cementation system Part I: Single-pass reactor. Y.P. HOR and N. MOHAMED* School of Chemical Sciences, University Saints Malaysia, 11800 Penang, Malaysia. Journal of Applied Electrochemistry 33: 279–285, 2003. 279. 2003 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

3. *Виноградов С.С.* Экологически безопасные гальванические производства. М.: Глобус, 2002, 352 с.

Отримано: 28.05.2012