

Г.М. КОЧЕТОВ, доктор технічних наук

А.О. КОЛОДЬКО, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВІДХОДІВ ФЕРИТНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

*Вивчено кінетику вилуговування іонів важких металів із ферритизованих шламів у лабораторних умовах і визначено вплив на даний процес рН та температури.*

**Ключові слова:** утилізація, очищення води, ферритизація, будівельні матеріали

*Изучена кинетика выщелачивания ионов тяжелых металлов из ферритизированных шламов в лабораторных условиях и определено влияние на данный процесс рН и температуры.*

**Ключевые слова:** утилизация, очистка воды, ферриты, строительные материалы

*Kinetics of leaching for heavy metal ions from ferromagnetic sludge in laboratory conditions is studied, pH and temperature impact on this process is determined.*

**Key words:** utilization, water treatment, ferritization, building materials.

Останнім часом значно збільшилися масштаби забруднення довкілля важкими металами (ВМ), що несуть велику небезпеку для живих організмів. Потрапляння токсичних ВМ у навколишнє середовище відбувається в результаті їх викидів у водойми зі стічними водами промислових підприємств, вилуговування із шламів водоочищення, а також при експлуатації готових виробів в яких були використані сполуки ВМ [1].

Токсичні шлами очищення стічних вод забруднюють територію підприємств і, як правило, направляються на звалища. На сьогодні, захоронення шламів ВМ є екологічно та економічно недоцільним з огляду на наступне:

- вартість захоронення, яка постійно збільшується за рахунок використання коштовних технологій;
- відсутні оптимальні методи надійної ізоляції шламів від навколишнього середовища;
- не раціональне направлення речовин, які містять цінних сполуки ВМ, на звалища.

Ефективним методом вирішення проблеми промислових шламів є переведення токсичних сполук ВМ у стабільний стан з подальшою утилізацією в товарних продуктах, зокрема в будівельних матеріалах [2]. Традиційний реагентний метод очищення промислових стічних вод, який застосовується на більшості підприємств України, не передбачає подальшої надійної ізоляції шламів. Крім того, існуючі полігони вкрай заповнені. Для захоронення великої кількості шламів необхідні спеціальні полігони, які виключають контакт іонів ВМ з довкіллям. Щодо використання новітніх методів очищення води, то вони - суттєво витратні. Тому, актуальним є розробка економічних технологій повторного використання відпрацьованих шламів ВМ або, принаймні, їх надійної ізоляції.

Наші попередні роботи [3-5] були присвячені отриманню хімічно стабільних шламів в яких ВМ містяться у практично нерозчинних формах. Для цього було використано метод ферритизації. Він дозволяє досягнути високої якості очистки води з утворенням ферромагнітних речовин, які легко відділити від рідкої фази за допомогою магнітних фільтрів. В залежності від об'ємів і якості ферритизованих шламів нами визначено та економічно обґрунтовано такі напрямки його утилізації:

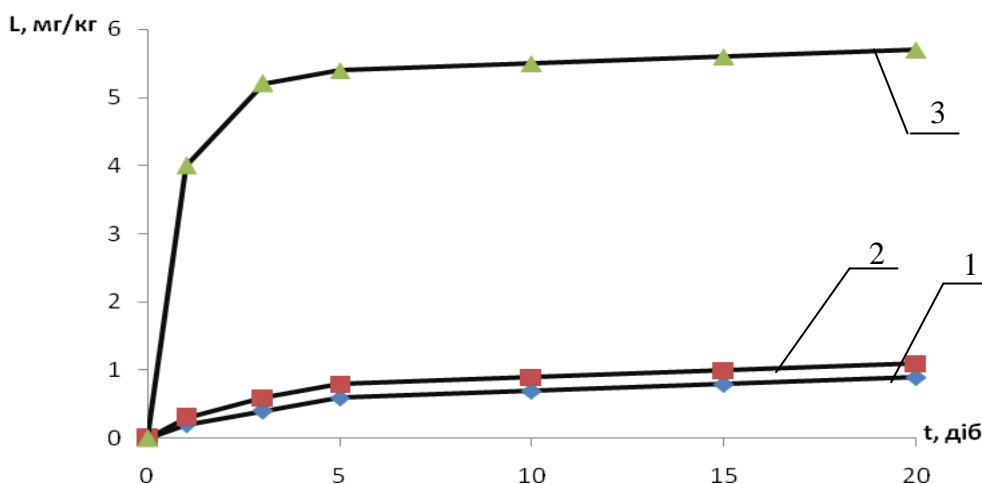
- безпосереднє використання ферромагнітної речовини в промисловості;
- отримання реагенту для очищення промислових стічних вод;
- використання в якості сировини для виготовлення товарних продуктів;
- безпечне захоронення на звалищі.

Метою цієї роботи є експериментальне дослідження вилугування катіонів ВМ із осадів феритного очищення стічних вод при різних значеннях водневого показника рН і температури  $t^\circ$  оточуючого середовища. Лабораторні дослідження вилугування ВМ із шламів феритного очищення стічної води ділянки міднення гальванічного виробництва проводилися в умовах статичного та динамічного режимів. Нами вивчався ступінь вилугування  $L$  що показує масу ВМ, яка переходить у розчин, в мг на кг сухого осаду. Аналіз вмісту ВМ в рідкій фазі проводився атомно-адсорбційним методом [6]. Значення рН розчинів вимірювався за допомогою рН-метра рН – 673.

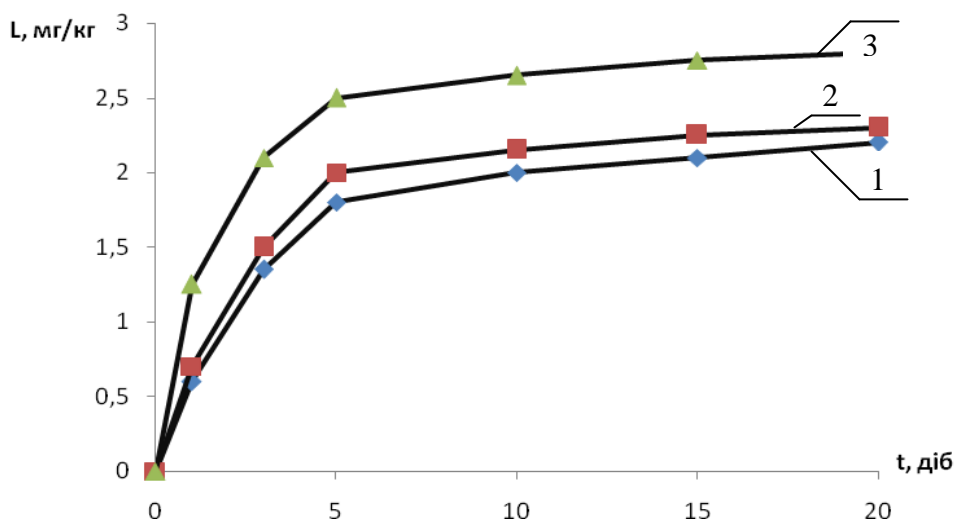
Досліди з вилугування ВМ у статичному режимі проводились наступним чином. Готувалась суспензія 10 г сухого ферритизованого шламу в 100 мл дистильованої води (1:10) при різних показниках рН. Цю суспензію витримували при температурі 20°C протягом 20 діб і періодично проводили аналіз водної витяжки на вміст іонів ВМ.

Таку саму суспензію використовували для проведення експерименту у динамічному режимі. Він характеризується дією атмосферних опадів на шлам, що знаходиться на звалищах. Для цього суспензію перемішували і фільтрували крізь паперовий фільтр при температурі 20°C протягом 20 діб. Періодично визначалась концентрація міді у фільтраті.

Результати експерименту наведені рис. 1.



а)



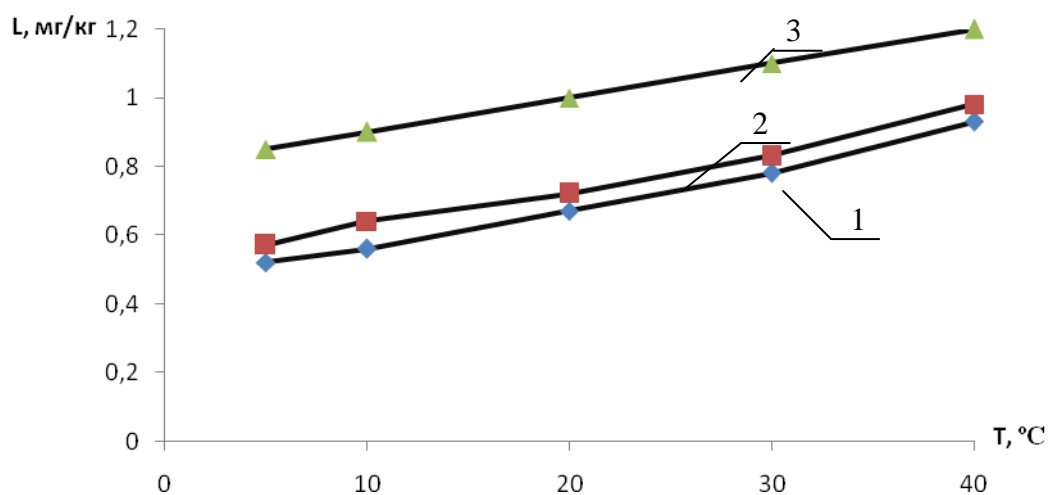
б)

Рис. 1. Кінетика вилуговування ( $L$ ) іонів міді із феромагнітних шламів для статичного (а) та динамічного (б) режимів при рН: 1 – 8,5; 2 – 7; 3 – 5,5

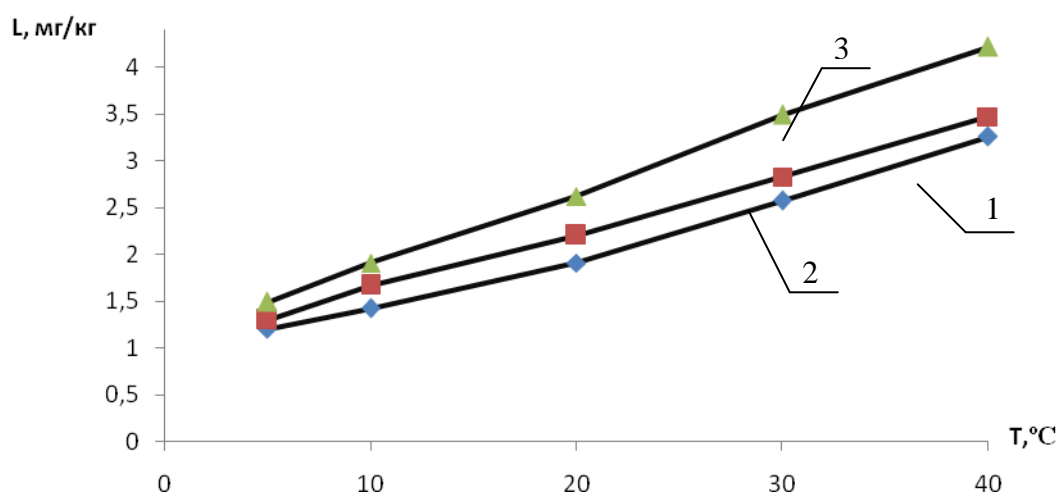
Як видно з даних, які представлених на рис. 1 різниця вилуговування іонів міді незначна в нейтральних і лужних середовищах і дещо підвищується зі зменшенням рН розчину вилуговування. Відомо, що найбільшу розчинність феритні осади мають у кислому середовищі [1]. Це також підтверджується результатами наших експериментальних досліджень: при  $\text{pH} \leq 5$  вилуговування міді значно збільшується. Незначна розчинність цих осадів у слабо кислому середовищі очевидно пояснюється лужним резервом осаду, який отримано в процесі феритизації при  $\text{pH} = 9$ . Аналізуючи дані рис. 1, слід також зазначити, що найбільш інтенсивно вилуговується мідь у перші три дні дослідження. В подальшому спостерігається помітне зменшення розчинності осадів. Максимальна концентрація іонів міді відмічена при вилуговуванні осаду протягом 20 діб, але навіть при  $\text{pH} = 5,5$  вона складає 1,0 мг/л для статичного та 2,8 мг/л для динамічного режимів. Таким чином результати

експерименту свідчать про те, що при вилюговуванні міді у статичному режимі концентрація іонів міді у розчині знаходиться в межах ГДК для питної води, а для динамічного режиму вміст міді не перевищує ГДК в питній воді навіть у випадку випадання слабо кислотних дощів.

Нами також досліджувалась ступінь стійкості феромагнітних шламів при різних температурах. Експериментальні результати приведені на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2. Залежність вилюговування ( $L$ ) іонів міді із феромагнітних шламів від температури ( $t$ ) для статичного (а) та динамічного (б) режимів при рН: 1 – 8,5; 2 – 7; 3 – 5,5

Результати проведених нами експериментів показали, що зміна температури не має суттєвого впливу на вилюговування міді із шламів. Її величина залишається в межах 1...2 мг/кг при температурах від 5 до 40°C.

В результаті експериментального дослідження вилюговування катіонів міді із ферритизованих шламів діапазоні рН = 5,5...8,5 встановлено, що концентрація цих іонів у водних витяжках знаходиться в межах норм діючих стандартів для питної води. Отримані нами експериментальні данні також

свідчать про те, що хід кінетичних кривих вилуговування при величинах рН  $\geq$  3,5 практично не залежить від водневого показника розчину вилуговування. Проведені дослідження дозволили встановити екологічну безпеку знешкодження рідких відходів методом ферритизації на відкритих площадках, що не потребують спорудження дорогих полігонів для захоронення токсичних промислових шламів. При цьому з'являється можливість в подальшому використовувати цінні компоненти гальваношламів при виробництві товарних матеріалів, також утилізувати їх в будівельних матеріалах.

### Список літератури

1. *Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод* / Під ред. А.К. Запольського. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. *Клищенко Р.Е., Чеботарева Р.Д., Пшинко Г.Н., Корнилович Б.Ю.* Использование шламов гальванических производств в керамике // *Химия и технология воды.* – 2000. – № 6. – С. 26-29.
3. *Кочетов Г.М., Гриненко Ю.В.* Отримання фериту міді із рідких відходів очищення стічних вод гальванічних виробництв // *Коммунальное хозяйство городов: Научн.-техн. сб. Вып 97.* – К.: Техника, 2009. – С. 102–108.
4. *Кочетов Г.М., Зоря Д.И.* Физико-химические основы очистки растворов от меди цементацией и ферритизацией. Материалы междунар. водного форума ЭКВАТЭК-2010, 1-4 июня 2010, Москва, Россия, С. 45-49
5. *Kochetov G., Zorya D., Grinenko J.* (2010) Integrated treatment of rinsing copper-containing wastewater. *Civil and Environmental Engineering*, Vol 1, n. 4. – P. 301-305.
6. *Лурье Ю.Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 447 с.

*Надійшло до редакції 20.05.2016*