

12. ВСН 2-80. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в существующей застройке г. Киева.

А. Ф. Осипов, Литнарлович Е. В.

Технология устройства буронабивных свай на сложном рельефе

В статье на примере строительства многоэтажного жилищного комплекса с 6-ти уровневым полуподземным паркингом в Печерском районе г. Киева, освещены конструктивные и технологические особенности устройства свайных фундаментов на естественном склоне, указываются главные факторы, влияющие на выбор технологии устройства свайных фундаментов на склонах и определяются закономерности между технологическими параметрами (при устройстве свай) и уровнем сложности инженерно-геологических условий участка со склоном.

Ключевые слова: *склон, буронабивные сваи, свайный фундамент, технология, технологические параметры, эффективность, технико-экономическая целесообразность*

A. Osipov, E. Litnarovych

Technology of drilling bored piles on the difficult terrain

In the article on the example of the construction of a multi-storey residential complex with underground parking in the Pechersk district of Kiev, highlighted the design and technological features of the device pile foundations on the natural slope, indicates the main factors influencing the choice of technology device pile foundations on the slopes and determined the laws between the technological parameters (at the device piles) and the level of complexity of the geotechnical conditions of the site with the slope.

Keywords: *slope, bored piles, pile foundation, technology, technological parameters, efficiency, technical and economic feasibility*

УДК 628.34

О.В. Зоря,

канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0002-4878-5164

О.В. Терновцев,

канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0003-1761-2444

Київського національного університету будівництва і архітектури

Д.І. Зоря,

інженер
ТОВ «Будівельник»

**РЕСУРСОЩАДНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВИХ
СТІЧНИХ ВОД ВІД НІКЕЛЮ**

Запропоновано технологію очистки стічних вод, що містять нікель, з використанням відпрацьованих промислових розчинів – залізовміщуючих розчинів, з яких отримано феромагнітні реагенти. Досліджено різні склади реагентів і вибрано найбільш оптимальний реагент, до складу якого входить магнетит і силікат натрію.

Ключові слова: *стічні води, гальванічне виробництво, реагентна очистка, правильні розчини, нікель, феромагнітні реагенти.*

Вступ. Викиди стічних вод з вмістом іонів важких металів, які перевищують допустимі норми, за останнє століття збільшилися настільки, що перевищили їхнє природне надходження. До цього привели підприємства, які за рахунок економії на очисних спорудах розвивали своє виробництво [1]. Проблема значних втрат кольорових металів та їх вилучення із стічних вод стає все більш актуальною в умовах ресурсної залежності України від зовнішніх постачальників сировини. Іншим та найпроблемнішим аспектом для гальванічного виробництва є використання значних об'ємів води. Питомий вихід стоків для великих підприємств, що здійснюють за рік більше, ніж 300 тис. м² гальванопокриттів, становить 6,5 м³/ м², а для дрібних 1,9 м³/м² гальванічного покриття. [2]. Недосконалість технологічних процесів на гальванічних виробництвах призводить до втрати з відходами більш ніж 80 % кислоти і лугів та більше 50% кольорових металів. [3].

Основними сучасними вимогами до процесів очистки стічних таких підприємств є наступні:

- очистка води до норм ГДК, відсутність вторинного забруднення;
- мінімальний солевміст очищеної води, можливість її вторинного використання;
- мінімальна кількість та об'єм відходів, їх хімічна стабільність;
- невелика собівартість очистки – економне використання реагентів, електроенергії, застосування недефіцитних дешевих матеріалів та реагентів;
- можливість утилізації хімічних продуктів (кислот, лугів, металів), найменші безповоротні втрати цінних компонентів. [4].

Отже є доцільним дослідити нові технологічні прийоми вилучення іонів важких металів з стічних вод і розширити перелік можливих засобів вирішення важливих економічних і екологічних проблем.

Нами було досліджено склад стічних вод одного з металопереробних підприємств Києва. Виробничий процес містить в собі ливарні операції по виготовленню виробів з чавуну, сталі, латуні, алюмінію; різка металів; хімічні і електрохімічні процеси (травлення, знежирення, нанесення гальванопокриття).

Практичний інтерес представляють відпрацьовані травильні розчини і промивні води, які містять значну кількість нікелю. На підприємстві використовують реагентний метод очистки стічних вод, який не дозволяє отримати воду, яка придатна до вторинного використання. Гальванічні шлами, що містять цінні компоненти (метали), вивозяться у відвали і безповоротно втрачаються, тому що вилучення металів з осаду практично неможливо. Промивні стічні води мають найбільшу витрату, рН менше 5, вони забруднені переважно солями заліза і невеликою кількістю нікелю (100мг/л). Ванни травлення мають концентрацію сірчаноокислого заліза 90-150 г/л. Для технологічних цілей використовують лужний розчин з концентрацією соди 50г/л. Існуюча схема очистки передбачає злив всіх стічних вод і їх сумісне очищення. При цьому розчини нікелювання з високим вмістом нікелю (15-30 г/л NiSO₄) також скидають в загальну каналізаційну мережу. Найякісніше травильних розчинів з високим вмістом заліза і лужні розчини при їх сумісній обробці можуть бути використані для отримання феромагнітного реагенту, який в подальшому може бути використаний в технології очистки промивних вод.

Мета наших досліджень полягає у вилученні іонів нікелю із промивних стічних вод при мінімальній зміні солевмісту і використання відпрацьованих травильних розчинів в технології очистки промивної води.

Як відомо з літературних джерел отримання гідроксидів нікелю можливо при значеннях рН=9,25...10. В цьому випадку утворюються форми Ni(OH)₂CO₃ з

остаточним вмістом в розчині нікелю порядку 1,2...1,5 мг/л. для нікельвміщуючих стічних вод рН звичайно становить 5.85. [5]. В розглянутому випадку додавання реагенту повинно мінімально змінити величину рН і, як наслідок, солеміст розчину. Процеси очистки стічних вод від іонів нікелю таким чином переходять від утворення гідроксидних осадів до сорбції іонів, або, з урахуванням рН початку створення гідроксидів нікелю $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – до утворення мікрокристалічних структур.

В процесі наших досліджень вилучення іонів нікелю із промивних вод на підставі феромагнітної суспензії були розглянуті наступні показники: зміна рН вихідного розчину, гравіметрична крупність осаду, отриманий ефект очистки. Було визначено, що на процес очистки у певній мірі впливає лужність реагенту, що додається, в межах від 7 до 11.

На рис.1 приведена зміна ефекту очистки промивної води від іонів нікелю при різних дозах і рН доданого реагенту – чистої феромагнітної суспензії. Сорбція іонів нікелю можлива при великій пористості реагенту (у випадку наявності великої площі поверхні контакту). Як відомо, магнетит має кристалічну структуру і, як наслідок, малу площу поверхні контакту, навіть не дивлячись на мінімальні розміри часток – порядку 0,1 -0,5 мкм. Тим не менш, він володіє високою щільністю в 5,5 разу вищою за щільність оксидів заліза. Його відокремлення від води відстоюванням значно ефективніше, ніж гідроксильних форм, а властивості феромагнетика дозволяють використовувати не тільки гравітаційну, але й магнітну сепарацію.

Найбільший ефект очистки було отримано при значеннях рН=10. Однак, ефект очистки і в цьому випадку становить лише 65%. Тому з урахуванням вище сказаного, використання магнетиту повинно бути суміщено з використанням реагентів, що утворюють структури з високою площею поверхні. Для цього використовували магнетит з додаванням гідроксиду заліза та магнетит з додаванням силікату натрію. В процесі досліджень розглядали варіант з використанням магнетиту і додаванням різних форм FeOOH .

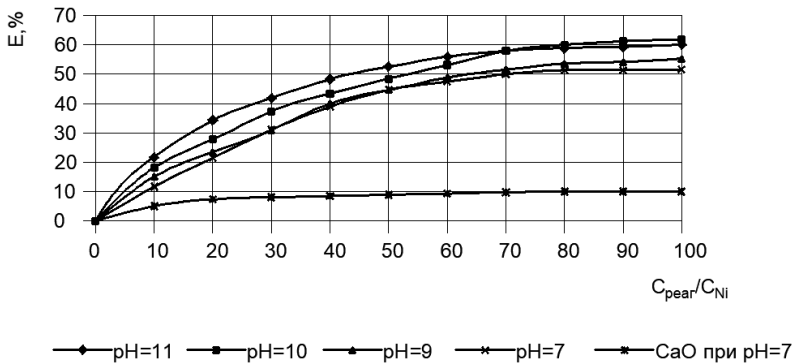


Рис.1. Зміна ефекту очистки промивної води від дози доданого реагенту (магнетиту) і рН середовища

Оцінка вмісту магнетиту і гідроксильних форм заліза (III) призведена по інтенсивності намагніченості осаду. В експериментах використовували форми

заліза (III), тому що при використанні заліза (II) сорбційні властивості аналогічні, але величина рН утворення гідроксиду вища.

На рис.2 приведена крива намагніченості осаду в залежності від співвідношення $Fe_3O_4/FeOOH$. Співвідношення між Fe_3O_4 і $FeOOH$ в даному реагенті залежить від технології його приготування і рН розчину. При рН 9,5 в розчині залишається велика кількість Fe^{2+} , що призводить до забруднення промивної води.

Збільшення рН 11 викликає старіння гідроксидів з переходом їх в оксидні, менш активні з точки зору сорбції іонів нікелю форми. Найкращі результати по вилученню нікелю з стічної води відповідають реагенту отриманому при рН=10. Результати досліджень ефекту очистки промивної води в залежності від кількості доданого реагенту і співвідношення $Fe_3O_4/(Fe_3O_4+ FeOOH)$ для рН=10 представлено на рис.3.

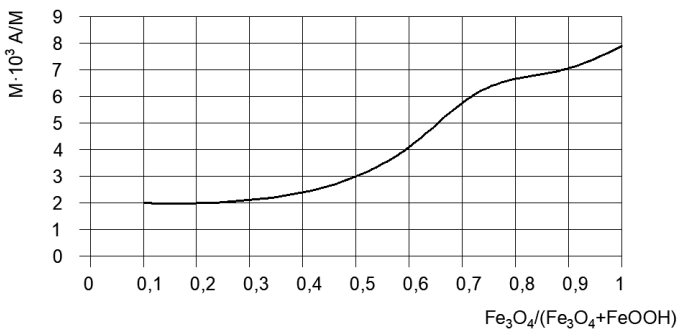


Рис.2. Залежність зміни намагніченості осаду в залежності від співвідношення $Fe_3O_4/(Fe_3O_4+ FeOOH)$

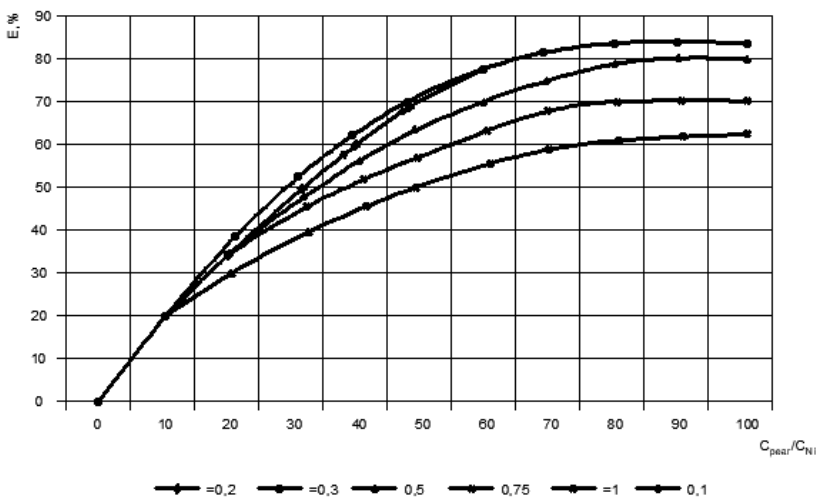


Рис.3. Ефективність очистки води в залежності від C_{reag}/C_{Ni} та $Fe_3O_4/(Fe_3O_4+FeOOH)$ при рН =10

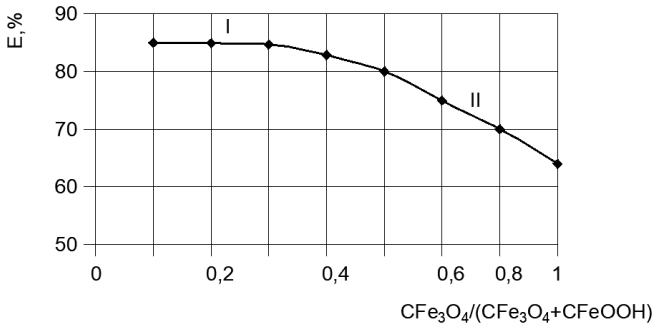


Рис. 4. Ефект очищення води в залежності від $CFe_3O_4/(CFe_3O_4+CFeOOH)$
 $C_{реар}/C_{Ni}=100$

Найкращий ефект очищення води – 85% отримано при максимальних співвідношеннях сполук FeOOH, які відповідають співвідношенню Fe₃O₄/Fe₃O₄+FeOOH рівним 0,1-0,25. З урахуванням того, що в даному діапазоні значень кількості реагенту змін вмісту нікелю практично не спостерігається, використання в якості реагенту тільки гідроксидних форм заліза не може привести до інтенсифікації очищення води. Необхідна кількість реагенту складає 99/1 відносно іонів нікелю. Збільшення кількості реагенту, що додається в розчин, не призводить до покращення очищення води. Зміна ефекту очищення води при $C_{реар}/C_{Ni}=100$ в залежності від $CFe_3O_4/(CFe_3O_4+CFeOOH)$ показано на рис. 4.

Математичне співвідношення для ефекту очищення 85%-65% наступне:

$$E=0,846-0,32 CFe_3O_4/(CFe_3O_4+CFeOOH) \quad (1)$$

Співвідношення (1) дозволяє оцінити зміну ефекту очищення води в залежності від кількості Fe₃O₄ в реагенті. З урахуванням того, що використання тільки оксидів заліза, призводить до очищення від нікелю не більш ніж на 25%, проведено дослідження по покращенню властивостей даного реагенту.

Для сорбції з розчинів іонів необхідно, щоби поверхня була як можна більшою, що можливо досягти, в першу чергу, високою пористістю. Активованій силікат натрію є одним з речовин, що дозволяє створити добре розвинуту поверхню пор. Однак його частинки мають суттєвий недолік-малу гідралічну крупність. Збільшення гідралічної крупності може бути досягнуто додаванням магнетиту.

Активована кремнієва кислота (АК) належить до числа неорганічних флокулянтів і представляє собою структурований колоїдний розчин (золь) двоокисі кремнію. Відомо з літературних джерел, що використання АК після обробки стічної води коагулянтном прискорює процес флокуляції і забезпечує утворення більш великих пластівців. [5]. В наших експериментах золь АК отримували обробкою розчину рідкого скла з силікатним модулем 2,87 сульфатом заліза. При додаванні силікату натрію в розчин Fe₃O₄ проводилось перемішування рідким повітрям, рН розчину майже не змінювалась і тому для отримання магнетиту проводили додаткове піддування 10 %-им розчином NaOH.

Форми поєднань заліза в розчині залежать від рН і змінюються в широкому діапазоні. Найкращі результати отримані при рН=9,5-10, які характерні для найбільшого вмісту магнетиту в реагенті. Збільшення рН до 11 призводить до

збільшення лужності розчину і тому нейтралізувати лужність натрію не вдається, тобто активація силікату натрію практично не відбувається. Одночасно с цим в розчині практично повністю відсутні іони заліза (II), що також знижує ефект очистки (рис.5).

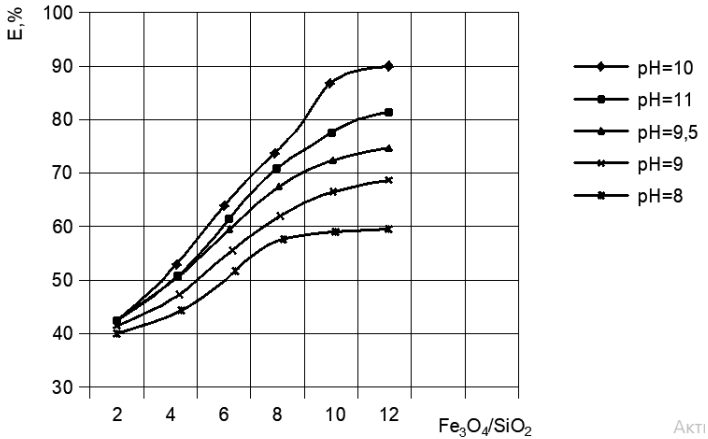


Рис.5. Зміна ефекту очистки в залежності від $Fe_{зар}/SiO_2$

Дослідження зміни намагніченості реагенту, отриманого при pH=10, продувці повітрям і $t = 20^{\circ}C$ показало, що максимальна намагніченість можлива при співвідношенні $Fe_{зар}/SiO_2=12$. Результати досліджень приведені на рис. (6).

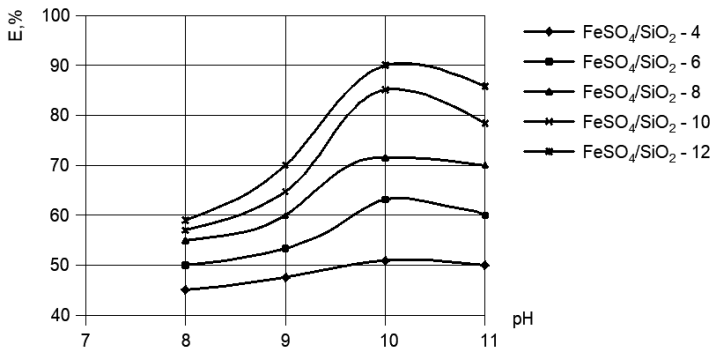


Рис.6. Зміна ефекту очистки в залежності від pH розчину при різному співвідношенні $FeSO_4/SiO_2$

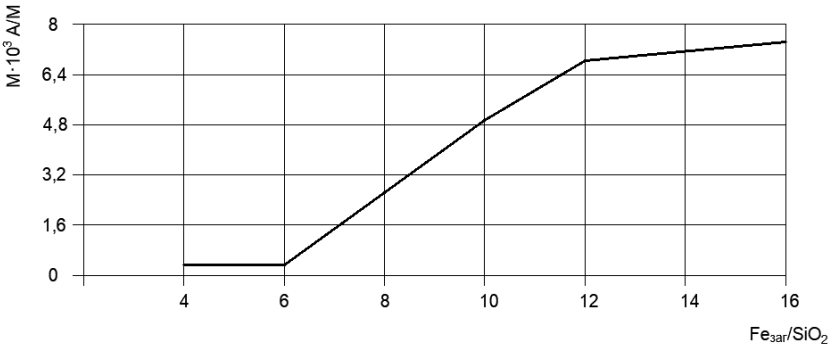


Рис.7. Зміна намагніченості від співвідношення Fe_{3ar}/SiO_2

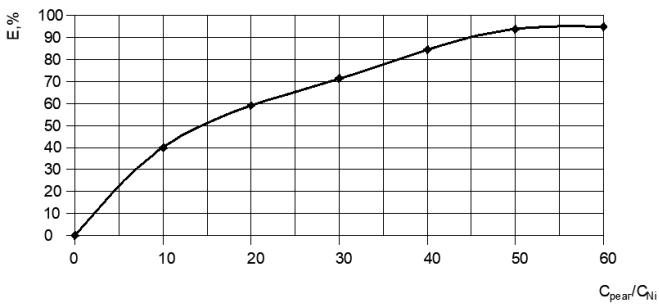


Рис.8. Ефект очистки в залежності від $C_{реар}/C_{Ni}$ pH=10

Найкращі результати с точки зору ефекту очистки отримані при використанні реагенту, який приготований при pH=10. Для цього значення pH приведено математичну обробку графіку рис.6.

Співвідношення, що визначає зв'язок між ефектами в долях одиниці і відносній дозі реагенту:

$$E = 11,7 (C_{реар}/C_{Ni})^{0,52} \quad (2).$$

Співвідношення (2) може бути використано в діапазоні $C_{реар}/C_{Ni}$ від 1 до 55. При $C_{реар}/C_{Ni} = 55$ використання даного реагенту технологічно не вигідно.

Висновки.

На підставі наших досліджень розроблена технологія очистки нікельвміщуючих стічних вод реагентами, які отримані з відходів виробництва - травільних залізовміщуючих розчинів. Реагент представляє собою магнетит, активований силікатом натрію. Використання запропанованої технології передбачає інтенсифікацію процесу очистки, скорочення об'ємів осаду, що утворюються, збільшення ефективності очистки при зниженні витрат на її проведення, вторинне використання води в промисловому циклі підприємства.

Список літератури:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. -К.: Міністерство екології та природних ресурсів України. ФОП Гринь Д.С.-2016.-350с.

2. Naser H.A. Assessment and management of heavy metal pollution in the marine environment of the Arabian Gulf: A review. Mar. Pollut. Bull., 2013, vol. 72, p.6-13.

3. М.А. Ожередова, А.В. Суворин и др. установка обезвреживания никельсодержащих промывных вод. //Экотехнологии и ресурсосбережение. – Институт газа НАНУ. -2006-№5-с.72-75

4. М.І. Донченко, С.В.Фролова. Екологічна безпека гальванотехніки. Частина І. Стічні води. Механічна та сорбційна очистка : Навч. Посіб. – К:НТУУ «КПІ», 2016 – 202с.

5. В.Е. Терновцев, В.М. Пухачев. Очистка промышленных сточных вод. К., Будівельник, 1986, 120с.

6. Л.А. Кульский, В.Ф. Накорчевская и др. Активная кремнекислота и проблема качества воды. К., Наукова думка, 1969,120с.

Е.В. Зоря, А.В. Терновцев, Д.И. Зоря

Ресурсосберегающая технология очистки промышленных вод от никеля

Предложено технологию очистки никельсодержащих сточных вод с использованием отработанных производственных растворов – из которых получены ферромагнитные реагенты. Исследованы разные составы реагентов и предложен наиболее оптимальный реагент в составе которого находятся магнетит и силикат натрия.

Ключевые слова: сточные воды, гальваническое производство, реагентная очистка, травильные растворы, никель, ферромагнитные реагенты.

O. Zoria, O. Ternovtsev, D. Zoria

Resource efficiency technology of purification of industrial wastewater from nickel

The technology of treatment of wastewaters containing nickel with the use of worked out industrial solutions - iron-containing solutions, from which ferromagnetic reagents have been obtained, is offered. Different formulations of reagents have been investigated and the most optimal reagent, which includes magnetite and sodium silicate, is selected.

Key words: sewage water, galvanic industry, reagent purification, nickel, ferromagnetic reagents .

УДК 721:620.91

В.М. Дорошенко,

аспірант

ORCID: 0000-0002-8080-8506

Київський національний університет будівництва та архітектури

ЩОДО ПИТАНЬ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ З ПОЗИЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У БУДІВНИЦТВІ

Стаття спрямована на дослідження сучасного стану державного регулювання з позиції забезпечення енергозбереження у будівництві (регуляторний кейс «Про енергетичну ефективність будівель»).