

УДК 541.136

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНОЇ ВОДИ ПІСЛЯ ГАЛЬВАНІЧНОГО НІКЕЛЮВАННЯ

Студ. В. Ліжевський, гр. БТЕ-2-14  
Науковий керівник доц. І.С. Макєєва  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Нікелеві покриття знаходять широке застосування. Але утилізація відпрацьованих вод такого гальвановиробництва проблематична, ці води мають шкідливий вплив на екосистему. Тому метою роботи було розроблення технології очищення стічної води, яка утворюється після процесу гальванічного нікелювання. Для цього потрібно було виконати наступні завдання: провести аналіз стічної води, утвореної після нікелювання та запропонувати методи її очищення.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є стічні води після нанесення покриття з нікелю. Предметом дослідження є методи визначення показників води (рН, електропровідність та кількісний аналіз важких металів) до очищення і після очищення; методи очищення води.

**Методи та засоби дослідження.** Електропровідність об'єкту дослідження визначали в електролізній комірці при змінному струмі за допомогою пристрою – вимірвачу іммітансу - Е7-14. Рівень рН визначали за допомогою приладу рНТ-028.

Кількісний аналіз нікелю в досліджуваній рідині робили за допомогою фотоелектроколометричного методу аналізу (ФЕК).

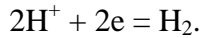
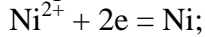
**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Запропоновані нові методи очищення стічних вод після процесу нанесення нікелевого гальванопокриття. Ефективну та перспективну методику очищення стічної води, яка оснований на електролізі, можливо застосувати на виробництві.

**Результати дослідження.** Для дослідження використовували стічну воду після нанесення нікелевого гальванічного покриття. Стічна вода має високу питому електропровідність, кисле середовище та високу концентрацію іонів нікелю (таблиця 1). Очищення стічної води проводили в дві стадії: гальванокоагуляцією та електролізом.

Метод гальванокоагуляції ще називають цементацією, внутрішнім електролізом або контактним виділенням металу. Це процес витіснення з розчинів іонів одного металу іншим, при цьому перший з них переходить з іонного стану в металічний, а другий – з металічного в іонний. В якості цементуючого агенту використовували алюмінієву, цинкову або залізну стружки. Встановлено, що найкращим цементувальним реагентом є залізо. У стічній воді, яку обробляють цементацією утворюються іони феруму (II) і (III) та феруму (III) гідроксид. В якості катодних реакцій відбувається виділення водню та контактне осадження металу. Важкі кольорові метали вилучаються у вигляді феритів. Найбільш ефективно вилучення нікелю відбувається при рН 3,5 – 3,7. Сульфат іони вилучаються у вигляді складного сульфооксигідросокомплексу феруму  $\text{FeSO}_4(\text{OH})_2$  та в незначних кількостях у вигляді феруму (II) сульфату. Невелика частина сульфат – іонів вилучається за рахунок відновлення при певних умовах  $\text{S}^{6+}$  до  $\text{S}^{2+}$  та виділення у вигляді малорозчинного феруму (II) сульфіді.

Стічна вода, яка пройшла обробку у гальванокоагуляторі, вміщує велику кількість завислих дрібнодисперсних твердих часток, які погано відстоюються. Тому стічну воду після цементації піддають очищенню від завислих часток: відстоюванню у відстійниках; фільтруванню крізь пористі матеріали і фільтри.

Доочищення стічної води проводили електролізом. Застосовували сталеві електроди. Вивчали залежність швидкості процесу від розмірів катоду та аноду. На катоді відбувається відновлення у твердому вигляді металу (електрокристалізація). При електрохімічному осадженні нікелю на катоді відбуваються два основних процеси:



Нікель осаджується з помітною хімічною поляризацією.

Стандартний потенціал нікелю дорівнює  $-0,23 \text{ В}$ . Струм обміну нікелю невеликий і тому розряд іонів супроводжується поляризацією. Розряд іонів водню на нікелю характеризується невеликою перенапругою. В кислих розчинах (при  $\text{pH} = 0$ ) та невеликих густинах струму на катоді буде виділятися тільки водень. При зниженні концентрації іонів водню до  $\text{pH} = 3 - 5$  перенапруга при виділенні водню збільшується і рівноважний потенціал змінюється на стільки, що з'являється можливість виділення нікелю.

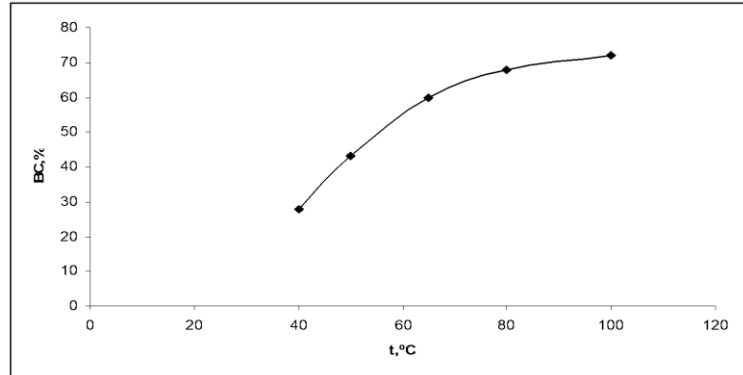


Рисунок 1 – Залежність виходу за струмом нікелю від температури

З збільшенням температури поляризація при виділенні іонів  $\text{Ni}^{2+}$  знижується більше, чим при виділенні іонів  $\text{H}^+$ , тому температурний фактор впливає на співвідношення швидкостей процесів виділення нікелю та водню. З підвищенням температури вихід за струмом нікелю збільшується (рис. 1).

Показники води, які одержали після її очищення гальванокоагуляцією та електролізом наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники електропровідності, рівня  $\text{pH}$  та концентрації іонів нікелю в стічній воді до і після очищення

Показники	Електропровідність, См/см	$\text{pH}$	Концентрація, г/л	ГДК, г/л
Вода до очищення	0,02	1	11	0,002
Вода після очищення	0,005.10-3	5	0,002	0,002

**Висновки.** Запропоновано ефективну та перспективну методику очищення стічної води, утвореної після нанесення нікелевого покриття. Очищення проводили в дві стадії: гальванокоагуляцією та електрокристалізацією. Для гальванокоагуляції підібраний найкращий цементувальний реагент – залізо, при використанні якого концентрація іонів важких металів за одну годину зменшується у два рази. При електрокристалізації з збільшенням площини аноду швидкість реакції збільшується та відповідно знижується концентрація металу у розчині. Показано, що осадження нікелю має невеликі значення  $V_c$  (30 %). Для збільшення останніх потрібно підвищувати температуру та підтримувати рівень  $\text{pH}$  біля 5.

**Ключові слов:** електроліз, електропровідність, вихід за струмом.