

## ОСОБЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

**Ю.М. Феденко, В.В. Синіцька**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
fedenkoyura@ukr.net

Гальванічне виробництво являє собою промислову галузь, яка займається нанесенням захисних та декоративних покриттів на металеві та неметалеві вироби.

Гальваніка – це електрохімічний процес. Електричний ланцюг містить в собі електроліт, два анода, які підключені до джерела струму, та оброблювана деталь, яка виступає в ролі катода. Коли пропускається електричний струм на електроліті іони металу відновлюються на катоді, утворюючи тонку плівку при осадженні на поверхні виробу.

Гальванічне покриття застосовують для поліпшення захисних властивостей та декоративних характеристик виробів. Використовується якщо неможливо зробити цілий виріб з металу, або якщо вартість продукту буде занадто висока. Гарним прикладом слугує хром. Виробництво деталей і предметів з хрому неможливе через те, що цей метал твердий, але і володіє крихкою властивістю. Але не зважаючи на це, коли наносять хром на сталь, то це надає твердості та антикорозійні властивості. Найпоширеніші процеси – цинкування, нікелювання, хромування, міднення, сріблення, золочення [1-3].

Процес гальваніки відбувається у спеціалізованих ваннах (електролізерах). Туди завантажуються електроліт, який включає в себе солі того металу, котрий осідає на поверхні катоді. Для проходження електричного струму підключають електроди до ванни та виробу. Позитивний заряд під'єднують до анодів, а негативний – до оброблюваної деталі. Запустивши гальванічну систему через електроліт проходить електричний струм. Метал, котрий міститься в електроліті, однорідним шаром осідає на деталь. Два аноди в електролізному резервуарі використовуються для обробки обох поверхонь одночасно.

Кожен гальванічний процес складається з різних операцій, які можна розділити на три групи:

Підготовчі роботи. Перед початком основного процесу гальваніки компоненти необхідно очистити. На цьому етапі деталі обробляють, знежирюють, травлять і полірують.

Основним процесом є нанесення відповідного металевого покриття за допомогою гальванічних методів..

Фінішні процеси необхідні для підтримки та покращення зовнішнього вигляду гальванічних покриттів. Для цього зазвичай використовують фарбування, полірування та лакування [4-7].

Метою знежирення є видалення органічних масел, мінеральних масел і різних твердих речовин, що утримуються в масляній плівці, з поверхні компонентів плівки. Лужні засоби для знежирення повинні містити речовини, що нейтралізують жирні кислоти та емульгатори. Вони також не повинні викликати корозію металів і повинні легко видалятися водою. Цим умовам найбільше відповідають силікати та фосфати лужних металів. Також додають поверхнево-активні речовини з хорошими емульгуючими властивостями. Після знежирення розчин відправляється на рафінування.

Металеві поверхні перед фарбуванням необхідно очистити від окалини, іржі та оксидних плівок шляхом травлення. Процес травлення зазвичай слідує за процесом знежирення, і якість очищення безпосередньо залежить від якості попереднього процесу знежирення. Травлення проводиться розчинами на основі сірчаної, азотної, хлорної та фосфорної кислот. Хлорна кислота в основному розчиняє і видаляє оксиди на поверхні деталі. При використанні сірчаної кислоти оксиди видаляються в основному шляхом травлення металу і механічного видалення нещільної оксидної плівки за допомогою водню, що виділяється. Розчин після травлення повинен бути спрямований на видалення шкідливих забруднень.

Тому для очищення промислових стічних вод використовують лужні та кислі промивні води. Концентрованими стічними водами, витрата яких визначається об'ємом ванни і складом розчину, є відпрацьований технологічний розчин у ванні або промивні води з іншої технологічної операції. 90-95% гальванічної води використовується на промивні операції. При цьому близько 80% маси всіх шкідливих речовин у стічних водах походить зі стічних вод і розчинів електролітів [8].

Кількість, кількісний та якісний склад стічних вод залежить від витрат води на промивання, методу очищення та складу технічного розчину.

Наприклад, розглянемо гальванічну лінію продуктивністю 26 м<sup>2</sup>/год нікелю і 2 м<sup>2</sup>/год хрому з декоративним нікель-хромовим покриттям і стаціонарною ручною ванною для одноступеневого очищення (рисунок 1).

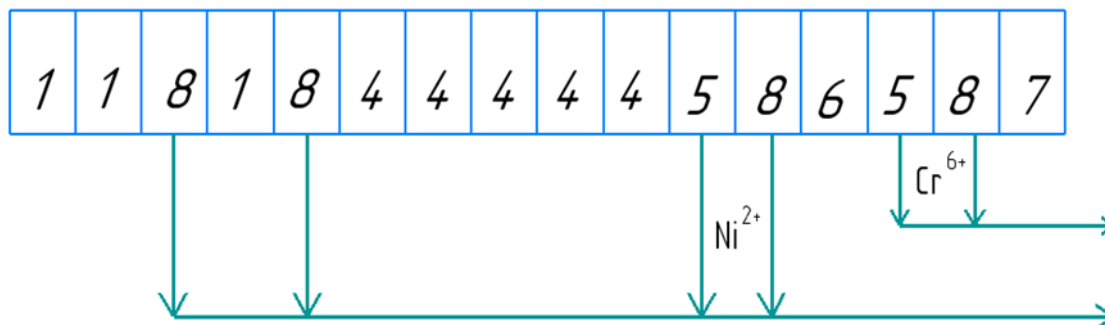


Рисунок 1 Гальванічні лінії для нанесення декоративного покриття (нікель і хром) з продуктивністю за нікелюванням – 26 м<sup>2</sup>/год, за хромуванням – 2 м<sup>2</sup>/год.

1 - знежирення, 4 - нікелювання, 5 - відновлення металу, 6 - хромування,  
7 - сушіння компонентів, 8 - холодне промивання.

У цьому методі кислотно-лужний дренаж складається з лужної промивної води після знежирення 1, кислотної промивної води після нікелювання 4 та технологічних рідин. Стоки концентрат представленні у вигляді промивних вод та стоками після хромування 6. Об'єм та склад стічних вод такої гальванічної лінії наведений в таблиці 1 та таблиці 2 відповідно [9].

Таблиця 1 Обсяг стічних вод гальванічної лінії

Назва технологічної операції	Питоме видалення рідини, $\text{дм}^3/\text{м}^2$	Концентрація компонентів, що очищаються, $\text{г}/\text{дм}^3$		Витрата води, $Q$ , $\text{дм}^3/\text{год}$
		в технологічній ванні, $C_0$	гранично допустима, $C_{ГДК}$	
Знежирення	0,3	35	0,1	2650
Активація	0,2	100	0,1	5000
Активація	0,2	100	0,1	5000
Нікелювання	0,2	52	0,01	10400
Хромування	0,3	127	0,01	4600
Обсяг кислото-лужних стоків				18050
Обсяг хромвмісних стоків				4600

Таблиця 2 Склад стічних вод гальванічної лінії

Компонет	Макс. концентрація компоненту в ванні, $\text{г}/\text{дм}^3$	Макс. винос компоненту, $\text{г}/\text{год}$	Максимальна конц. компонентів у стічних водах, $\text{мг}/\text{дм}^3$
NaOH	36	263	15
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	35	263	15
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	35	263	15
HCl	100	500	28
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	320	1600	89
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60	300	17
$\text{H}_3\text{BO}_4$	40	200	11
1,4 - бутиндіол	0,5	2,5	0,1
Формалін	1,2	6	0,3
Хлорамін Б	2,5	13	0,7
$\text{CrO}_3$	250	225	49
$\text{H}_2\text{SO}_4$	2,5	2,3	0,5
Хромоксан	0,2	0,2	0,04

Вибір обладнання та методу промивання визначає кількісний та якісний склад промивних та стічних вод, що, в свою чергу, визначає склад та ефективність роботи очисної установки [10].

Внаслідок різних процесів, пов'язаних з гальванічним виробництвом, утворюються стічні води різного складу. Залежно від фазового стану речовин у розчині, всі забруднювачі у стічних водах можна розділити на такі групи:

- Тонко-дисперсні суспензії, емульсії.
- Полімерні сполуки, колоїди.

- Органічні речовини, розчинені у воді.
- Солі, кислоти та луги, розчинені у воді.

Загалом, для кожної з цих груп забруднювачів існують свої методи очищення. Наприклад, гравітація, флоатація та адгезія є найефективнішими методами очищення води від дрібнодисперсних суспензій та емульсій. Для колоїдних систем використовуються методи коагуляції. Розчинені органічні речовини найефективніше видаляються з води адсорбційними методами очищення, тоді як розчинені в електролітах солі, кислоти і луги найефективніше видаляються з води реактивними методами або методами знесолення шляхом переведення іонів у нерозчинні сполуки [10].

Якщо класифікувати методи очищення за домінуючим процесом (або основним обладнанням), то їх можна розділити на сім груп механічні, хімічні, флокуляційно-суспензійні, електрохімічні, сорбційні, мембранні та біологічні.

Однак ці методи самі по собі не можуть повністю задовольнити сучасні вимоги, очищення відповідно до норм ГДК (особливо іонів важких металів), 90-95% води повертається в оборотний цикл, нижча вартість очищення, утилізація цінних ресурсів (кислот, лугів, металів).

Для більших обсягів виробництва рекомендується поєднувати в системі очищення кілька методів, наприклад, реагентний та іонний обмін, реагентний та електрохімічний, реагентний та мембранний [10].

#### **Список літературних джерел**

- 1 «Світ сучасної водопідготовки»: Технологічні рішення / за ред. Мітченко Т. Є. Київ : ВУВТ WATERNET, 2021. 82 с.
- 2 Запольский А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. Київ : Вища школа, 2005. 573 с.
- 3 Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами / за ред. І. М. Астреліна, Х. Ратнавіри Water Harmony Project, 2015. 574-577 с.
- 4 Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами / за ред. І. М. Астреліна, Х. Ратнавіри Water Harmony Project, 2015. 678 с.
- 5 Подвігін В. І., Гуревич В. О. Організація виробничого процесу в часі та просторі. Потокове виробництво : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 136 с.
- 6 Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2008. 234-236 с.
- 7 Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2007. 346 с.
- 8 Економіка підприємства : навч. посіб. / за заг. ред. П. В. Круша, В. І. Подвігіної, Б. М. Сердюка. Київ : Ельга-Н, КНТ, 2007. 783 с.
- 9 Очистка стічних вод гальванічних виробництв від іонів цинку іонообмінним методом / Гомеля М.Д., Глушко О.В., Радовенчик В.М. // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф., 4-7 жовтня 2006 р.: тези допов. – Вінниця, 2006. – С. 223.
- 10 Обушенко Т.І. Вилучення зі стічних вод іонів металів методом флотоекстракції / Обушенко Т.І., Астрелін І.М., Толстопалова Н.М., Черняк Н.В. // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф., 4-7 жовтня 2006 р.: тези допов. – Вінниця, 2006. – С. 40.