

IMPROVEMENT OF WASTEWATER TREATMENT PROCESS OF THE ELECTROPLATING PRODUCTION

Lev M.O., Mukhamedov T.M., Kyslova O.V.

*Kyiv National University of Technologies and Design
Mala Shyianovska (Nemyrovycha-Danchenka) Street, 2, Kyiv 01011*

Electroplating production causes significant damage to the environment, characterized by a large amount of waste containing heavy metal ions, solutions of acids and alkalis, organic substances. Today's urgent need is to reduce water consumption and create closed water supply systems with disposal of all water treatment products. Such waste-free technologies can be created on the basis of a combination of reagent methods with physical - chemical methods, in particular, ion exchange for additional wastewater treatment. The complex approach implies taking into account the economic components, the efficiency of the process and the possibility of introducing technologies in specific conditions of electroplating production.

Keywords: electroplating production, wastewater treatment, reagent methods, ion exchange.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Лев М.О., Мухамедов Т.М., Кислова О.В.

*Київський національний університет технологій та дизайну,
Київ, вул. Мала Шияновська (Немировича-Данченка), 2, 01011*

Гальванічні процеси використовуються для виготовлення електрокаталізаторів, друкованих плат і мікроелектронних компонентів, для нанесення захисних або декоративних покриттів на металеві поверхні, що дозволяє підвищити їхню корозійну стійкість, покращити зовнішній вигляд і подовжити термін служби виробів. Проте гальванічне виробництво належить до найбільш небезпечних видів промисловості, оскільки використовує значну кількість солей важких металів, мінеральних кислот та лугів, органічних сполук, а також значну кількість води для промивання виробу після кожної технологічної операції. Тому стічні води

гальванічних цехів потребують комплексних заходів з їх очищення від іонів важких металів та інших небезпечних речовин, надійну утилізацію відходів, запобігання скидам недостатньо очищених стічних вод у водойми [1]. Важкі метали можуть потрапляти в стічні води з робочих розчинів електролітів, як продукти деструкції оброблюваних деталей, при промиванні обладнання та виробів. Основна кількість важких металів знаходиться у вигляді дрібнодисперсних суспензій або розчинних сполук [2].

Таблиця 1 – Допустимі концентрації токсичних компонентів у стічних водах гальванічного цеху

Компонент	Допустима концентрація (мг/л)	
	Захисні покриття	Захисно-декоративні покриття
Сульфати	300	100
Хлориди	100	50
Нітрати	45	15
Фосфати	50	20
Залізо	1.0	0.3
Мідь	2.0	1.0
Цинк	3.0	1.0
Нікель	2.0	1.0
Хром (III)	3.0	1.0
Хром (VI)	1.0	0.1
Алюміній	1.0	0.5
Олово	2.0	1.0

Відомо, що сполуки важких металів, потрапляючи в природні водойми і взаємодіючи з іншими елементами, можуть утворювати токсичні речовини, які шкідливо впливають на стан навколишнього середовища, здатні накопичуватись в організмі людини і негативно впливати на її здоров'я [3].

Загальнотоксична дія високих доз важких металів на організм призводить до зміни в функціонуванні систем кровообігу, травлення, внутрішньої секреції, центральної та периферичної нервової систем,

впливає на репродуктивну функцію, сприяє виникненню злоякісних новоутворень [3].

Промивні води, які утворюються в процесі гальванічного виробництва, можна об'єднати в такі групи [2]:

- 1) забруднені механічними домішками й маслами (10-15 %);
- 2) відпрацьовані мастильно-охолоджувальні рідини або емульсії (1-2 %);
- 3) забруднені лугами, кислотами, солями, сполуками важких металів та іншими хімічними речовинами (50-80 %).

За концентрацією забруднень, значенням рН, вмістом шкідливих речовин останню категорію стічних вод гальванування можна розділити на такі види:

концентровані та розбавлені промивні (65-80 %); кислотно-лужні; з вмістом йонів важких металів; хромо-, ціано-, фторовмісні [2].

Методи очищення стічних вод можна умовно поділити на деструктивні та регенеративні. Деструктивні методи очищення полягають у руйнуванні шкідливих речовин шляхом їх окиснення чи відновлення. Продукти розпаду видаляються у вигляді осадів або газів або залишаються в розчинній формі мінеральних солей та потребують подальшої утилізації. Регенеративні методи дозволяють вилучати цінні речовини, що залишаються у воді. Повне доочищення води відбувається деструктивними методами. Основні методи очищення стічних вод наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Методи очищення стічних вод

Застосування комбінованих методів очищення стічних вод, яке поєднує хімічні та фізико-хімічні та біологічні методи, дає можливість повторного використання очищеної води в гальванічному виробництві для різних технологічних операцій [1].

Реагентні методи є простими та універсальними методами очищення стічних вод та пов'язані з використанням різних хімічних сполук для ефективного видалення токсичних речовин та іонів важких металів. Застосування окисників, відновників, сполук кислотного та основного характеру дозволяє значно знизити вміст забруднюючих речовин та мінімізувати вплив гальванічного виробництва на навколишнє середовище [4]. Проте значна витрата реагентів та додаткове забруднення ними стічних вод, неповне вилучення іонів металів, потреба в місцях зберігання утворених осадів, неможливість повернення частково очищеної води в оборотний цикл через наявність залишкових концентрацій металів призводять до необхідності використання додаткових методів подальшого очищення. Як приклад комбінованої технології очищення стічних вод

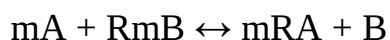
можна запропонувати наступну схему, яка об'єднує реагентний та іонообмінний методи.



Рисунок 2 – Схема очищення стічних вод при високих концентраціях забруднень з застосуванням хімічних та фізико-хімічних методів очищення

Для всіх методів очищення стічних вод першою стадією є механічне очищення, призначене для відокремлення механічних домішок, зважених та колоїдних частинок. Реагентна обробка є найпоширенішим способом очищення стічних вод, яка забезпечує коригування рН та осадження йонів важких металів у вигляді нерозчинних сполук. Іонообмінне очищення застосовується для кількісного вилучення зі стічних вод гальванічних виробництв солей важких, лужних і лужноземельних металів (цинку, міді, хрому, нікелю, свинцю, кадмю тощо), вільних мінеральних кислот і лугів, а також деяких органічних речовин.

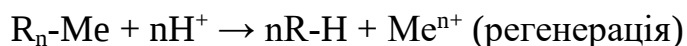
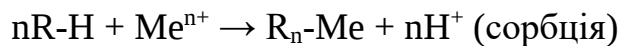
При іонообмінному методі залишки хімічних речовин видаляють за допомогою синтетичних іонообмінних смол (іонітів). Це практично нерозчинні в воді полімерні матеріали, в структурі якого є рухливий іон (катіон або аніон), здатний у певних умовах вступати в реакцію обміну з однойменно зарядженими іонами, що знаходяться у стічній воді. Іонний обмін відбувається в еквівалентному співвідношенні та в більшості випадків є оборотним. Реакції іонного обміну перебігають внаслідок різниці хімічних потенціалів іонів, що обмінюються між собою, до встановлення іонообмінної рівноваги:



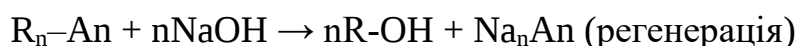
Іонообмінне очищення стічних вод зазвичай здійснюють шляхом послідовного фільтрування через катіоніти (в H^+ - формі) та аніоніти (в

ОН⁻ - формі). У деяких випадках для очищення водних розчинів застосовують іоніти в сольовій формі (наприклад, катіоніти в Na⁺ - формі, аніоніти в Cl⁻ - формі).

На катіонітовому фільтрі відбуваються наступні процеси:



На аніонітовому фільтрі відповідно:



Основна мета запропонованої схеми – зниження вмісту важких металів до значень гранично допустимих концентрацій. Це дає можливість скидати очищену воду в міську каналізацію або повторно використовувати її в гальванічному виробництві.

Для подальшого удосконалення технологій очистки стічних вод застосовують наступні заходи:

- 1) використання нових реагентів (коагулянтів, флокулянтів, осадників різних домішок та ін.);
- 2) використання для виготовлення сучасних очисних установок різноманітних корозійностійких матеріалів (зокрема полімерних);
- 3) створення повністю автоматизованих процесів очищення з застосуванням мікроелектронних пристроїв;
- 4) розробка ефективних замкнених систем водообігу;
- 5) реконструкція та переоснащення існуючих систем водоочищення з застосуванням новітніх технологій.

Спостерігається постійна тенденція до зниження об'ємів стічних вод, які скидаються в каналізацію та до зменшення площ будівель очисних споруд. Перевага надається не локальним, а централізованим очисним спорудам, куди надходять різні за характеристиками стічні води.

Висновки

Гальванічне виробництво завдає значної шкоди довкіллю, характеризується великою кількістю відходів, які містять іони важких металів, розчини кислот та лугів, органічні речовини. Нагальною потребою сьогодення є зниження витрат води та створення замкнених систем водопостачання з утилізацією всіх продуктів водоочищення. Такі безвідходні технології можна створити на основі поєднання реагентних методів з фізико-хімічними та біологічними методами для додаткового очищення стічних вод. Комплексний підхід передбачає врахування економічної складової, ефективності процесу та можливості впровадження технологій у конкретних умовах гальванічного виробництва.

Література

- [1] Rajoria S., Vashishtha M., Sangal V.K. Treatment of electroplating industry wastewater: A review on the various techniques. *Environ. Sci. Pollut. Res.* – 2022. – № 29. – P. 72196–72246.
- [2] Нестер А. А., Корчик Н.М., Баран Б. А. Стічні води підприємств та їх очищення: монографія. Хмельницький: ХНУ, 2008. – 171 с
- [3] Mitra S., Chakraborty A., Tareq A., Emran T. Impact of Heavy Metals on the Environment and Human Health: Novel Therapeutic Insights to Counter the Toxicity// *J. King Saud Univ.Sci.* – Vol. 34. – P. 101865.
- [4] Кислова О. В., Патлун Д.В. Перспективи застосування неорганічних сполук для очищення стічних вод гальванічних виробництв // *Технології та інжиніринг.* –2024. – № 1 (18). – С. 98–106.