

УДК 66.013.628.34 : 546.74

**УСТАНОВКА ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ НІКЕЛЬВМІСНИХ ПРОМИВНИХ ВОД****Ожередова М. А., Котлярова М. Г.****SETTING OF NEUTRALIZATION OF NIKEL-CONTAIN WATERS IS DEVELOPED****Ozheredova M. A., Kotlyarova M. G.**

*Розроблено установку знешкодження нікельвмісних промивних вод. Установка дозволяє протягом 40 - 45 хвилин в об'ємі ванни, після нанесення на вироби металевого покриття, здійснювати промивання, а також ефективно знешкодження промивних вод, що утворюються, з одержанням осаду, який легко утилізувати. Ступінь очищення при цьому складає більш 99,9 %, з залишковим вмістом йонів нікелю (II) в промивних водах не більше 0,07 мг/л.*

**Ключові слова:** *нікельвмісні промивні води, знешкодження, установка, суміщення процесів, промивка, фільтрація.*

**Вступ.** Проблема зберігання й утилізації відходів в Україні є однією з життєво важливих у зв'язку з накопиченням і триваючим утворенням великої кількості небезпечних і токсичних відходів. Це призводить і до значного погіршення стану навколишнього природного середовища, і до втрати великих кількостей вторинних матеріальних ресурсів.

Електрохімічне виробництво є одним з екологічно небезпечних. У технологічному циклі утворюється велика кількість різних твердих, рідких та газоподібних відходів. З них найбільш небезпечними і масивними є відпрацьовані електроліти і промивні води, що містять сполуки важких металів: нікель (II), хром (III), мідь (II), цинк (II) та ін.

Втрати металів з промивними водами, в залежності від складності геометричної форми виробів, складають 30 – 70 % від загальних втрат гальванопроцесу. Тому на виробництвах дуже гостро стоять проблеми знешкодження промивних вод з метою їх очищення від йонів металу, утилізації самого металу, повернення очищеної води у виробництво і запобігання забрудненню навколишнього середовища.

Відомі способи знешкодження металовмісних стічних і промивних вод [1] мають спільну мету - запобігти безповоротній втраті цінних металів і забрудненню середовища своєю токсичною дією. Найбільш оптимальним рішенням цієї проблеми є застосування таких методів обробки стоків, які дозволили б отримувати індивідуальні концентрати металів, придатних для повернення їх у виробництво.

На діючих виробництвах процеси промивки та знешкодження промивних вод здійснюються окремо: промивку проводять у ваннах, а знешкодження - на очисних установках, куди надходять змішані кислотно-лужні стоки, що містять суміш розчинених важких металів [2]. Недоліками діючих промивних установок є значна витрата води на промивання до  $0,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ , великі витрати на очищення промивних вод, їх громіздкість. Крім того, враховуючи конструктивні особливості ванн промивок, не завжди вдається отримувати продукти знешкодження, які можуть бути легко утилізовані через невизначеність складу одержаних осадів.

Запатентовано ванну промивки з розширеними функціональними можливостями [3]. Її конструктивні особливості дозволяють проводити ефективну промивку виробів з одночасним знешкодженням промивної води і отримання утилізованого осаду. Недоліком даної установки є складність і велика тривалість вивантаження осаду з фільтруючого елемента, а також велика швидкість збільшення гідравлічного опору фільтруючої перегородки, що призводить до зменшення часу роботи фільтра між перевантаженнями.

**Експериментальна частина.** Метою даної роботи було удосконалення установки за рахунок зміни конструкції фільтра, для збільшення часу його роботи між перевантаженнями, зменшення часу і полегшення вивантаження одержуваного осаду.

Для цього у ванні промивки встановлено порожній фільтруючий елемент особливої конструкції, який з'єднаний з заглибленим насосом безпосередньо.

Ванна одноразової промивки з вузлом регенерації води (рис. 1) складається з корпусу 1, технологічного патрубку подачі промивної води 2, вузла подачі осаджувача 3, патрубка виведення води з ванни 4. У середині ванни встановлено вузол знешкодження та регенерації води, що складається з фільтруючого елемента 5 і насоса 6.

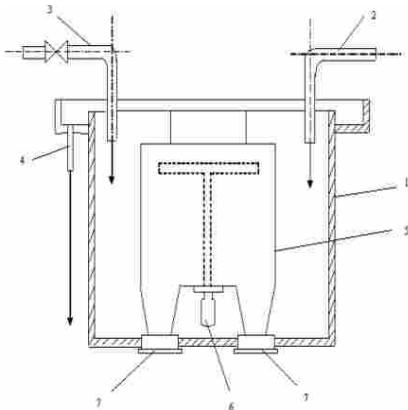


Рис. 1. Ванна одноразової промивки

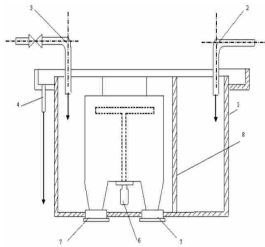


Рис. 2. Ванна каскадної промивки

1 – корпус, 2, 4 – технологічні патрубки, 3 – вузол подачі осаджувача, 5 – фільтруючий елемент, 6 – насос, 7 – затискавачі, 8 - перегородка

В процесі промивки виробів у ванну, в залежності від величини рН або концентрації металу в промивному розчині, через вузол 3, що складається з патрубку і регульовального вентиля, дозують розчин-осаджувач. Утворений при цьому осад солі металу в об'ємі розчину насосом 6 подається в порожнину фільтруючого елемента 5, в якому здійснюється безперервна фільтрація суспензії. Фільтрат безперервно надходить у ванну промивки, а осад - у міру накопичення, а також за рахунок вібрації насоса, сповзає по стінках фільтра вниз, звідки періодично вивантажується після зливу промивної води і зняття затискачів 7. Ванна може мати перегородку 8 для каскадної промивки (рис. 2).

Фільтруючий елемент (рис. 3), виконано у формі усіченого донизу мішка, звуження якого в нижній частині закінчується двома рукавами, на яких встановлені затискачі 1.

Для герметичності з'єднання, рукави фільтра закінчуються гумовими кільцями, а до днища корпусу ванни приварені дві бігельні кришки. Між рукавами фільтра закріплено вібраційний насос, який забезпечує подачу отриманої суспензії в порожнину фільтра. Крім того, насос створює коливальні рухи фільтра, що сприяє переміщенню осаду в його нижню частину, в рукави, що надалі полегшить вивантаження осаду. Всередині фільтра розташовано розподільник суспензії 2, з'єднаний з насосом через патрубок. З'єднання насоса і

фільтрувального мішка герметизовано шайбами 3, прокладками 5 з еластичного матеріалу між шайбами і гайкою 4. В якості матеріалу для фільтруючого елемента можуть бути використані тканини «бельтинг» або голкопробивна синтетична повсть.

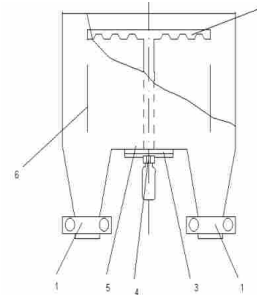


Рис. 3. Фільтруючий елемент

1 – затискачі, 2 – розподільник суспензії, 3 – шайби, 4 – гайка, 5 – прокладки

Для запобігання роздуття фільтра, яке зменшує корисний об'єм ванни від внутрішнього тиску води, його протилежні стінки можуть бути стягнуті між собою заклепками, болтами з гайками або прошиті по вертикалі в кілька рядів, кількість яких залежить від розмірів фільтрувальної поверхні.

**Результати досліджень.** Дозуванням осаджувача підтримували в реакційному об'ємі величину рН на рівні  $9 \div 9,5$ . Подачу суспензії у фільтр підтримували на рівні  $0,15 \div 0,16 \text{ м}^3/\text{год}$ . Регулювання швидкості подачі суспензії здійснювалось за допомогою байпасу, встановленого на лінії подачі суспензії в фільтр. Швидкість виділення йонів нікелю (II) складала, в середньому,  $1,1 \text{ моль } Ni^{2+}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ . Швидкість фільтрації, яка оцінювалась за часом повного освітлення суспензії, складала  $3,4 \text{ моль } Ni^{2+}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ . Цикл повного очищення промивної води в ємності, який оцінено за світлопоглинанням, не перевищував 30 хвилин.

При моделюванні сумісного процесу промивки виробів та утилізації відпрацьованого розчину, що утворюється при цьому, витрату води визначали за формулою [4]:

$$Q = a \cdot n \sqrt{\frac{C_0}{C_n}} \cdot k \cdot F \quad (1)$$

де  $a$  - питоме винесення висококонцентрованого розчину з деталями з промивної ємності,  $\text{дм}^3/\text{м}^2$ ;  $n$  - число ступенів промивки;  $C_0$  - концентрація основного компоненту (металу) у ванні промивки,  $\text{г}/\text{дм}^3$ ;  $C_n$  - допустима концентрація основного компоненту (металу) у ванні промивки,  $\text{г}/\text{дм}^3$ ;  $k$  - поправочний коефіцієнт на ванну уловлювання;  $F$  - годинне навантаження за покриттям,  $\text{м}^2/\text{год}$ .

Кількість води, що додається у ванну, визначається за формулою [5]:

$$q = q_1 + q_2 \quad (2)$$

де  $q_1$  - втрати води з ванни внаслідок виносу виробами та сорбційної вологою осаду,  $m^3/год.$ ;  $q_2$  - втрати води з ванни внаслідок скидання,  $m^3/год.$ ;

$$q_2 = Fq_1 \frac{C_1}{C_2} \quad (3)$$

де  $C_1$  - концентрація основного компоненту (солей натрію, при використанні осаджувача - розчину кальцинованої соди) у ванні промивки,  $г/дм^3$ ;  $C_2$  - допустима концентрація основного компоненту (солей натрію, при використанні осаджувача - розчину кальцинованої соди) у ванні промивки,  $г/дм^3$ .

У таблиці наведено експериментальні дані знешкодження нікелевмісних промивних вод, що утворюються при промивці виробів після процесів хлористого і сульфатного нікелювання при годинному навантаженні за покриттям  $5 m^2/год.$

Таблиця  
Експериментальні дані знешкодження нікелевмісних промивних вод

| Вид покриття  | хлористе              | сульфатне            |
|---|-----------------------|----------------------|
| Витрата води на промивання, $дм^3/год.$                       | 36,85                 | 32,64                |
| Початкова концентрація нікелю в промивній воді, $C_0, г/дм^3$ | $67,89 \cdot 10^{-3}$ | $62,6 \cdot 10^{-3}$ |
| Кінцева концентрація нікелю в промивній воді, $C, г/дм^3$     | $0,07 \cdot 10^{-3}$  | $0,07 \cdot 10^{-3}$ |
| Кількість оборотних циклів промивання, $N$                    | 5                     | 5                    |
| Ступінь очищення, $\alpha, \%$                                | 99,93                 | 99,92                |

При моделюванні процесу поєднаного промивання виробів і знешкодження промивних вод була виведена математична залежність для визначення витрати додаткової води, виходячи з лімітуючої стадії процесу і граничного вмісту  $Na^+$ , що призводить до появи сольового нальоту на поверхні деталей, що промиваються, при використанні в якості осаджувача розчину кальцинованої соди. На підставі проведеного розрахунку, було встановлено, що середня витрата свіжої води на промивку, склала  $0,035 m^3/год.$ , тоді як до суміщення процесів промивання і знешкодження витрата води становила  $0,8 m^3/год.$  Зниження витрати промивної води не призвело до погіршення якості промивки виробів. Подача свіжої води, як і раніше, здійснювалась тільки при промивці виробів.

**Висновки.** Розроблена установка дозволяє здійснювати одночасно в одній ванні ефективно промивання виробів у безперервно циркулюючому

потоці води, очищеної від осаду, і реагентне очищення промивної води. Повний цикл утилізації нікельвмісних промивних вод, який оцінено за швидкістю вилучення йонів нікелю (II) з розчину, складає 40 - 45 хвилин. Локальна утилізація промивних вод дозволяє очистити ці розчини до залишкового вмісту йонів нікелю (II) не більше  $0,07 mg/l$ . Суміщення процесів хімічного осадження та фільтрації одержаного осаду, за рахунок постійного його відводу із зони осадження, призводить до збільшення в 2 рази швидкості осадження і в 1,5 рази швидкості фільтрації. Установка може бути використана не тільки для знешкодження нікельвмісних промивних вод, але і для очищення промивних вод, що утворюються після процесів міднення, цинкування та інших.

### Література

1. Запольский А. К. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства / А. К. Запольский, В. В. Образцов. - К. : Техника, 1989. - 188 с.
2. Инженерная гальванотехника в приборостроении / [под ред. А. М. Гимберга]. - М. : Машиностроение, 1987. - 512 с.
3. Пат. № 2091504 Российская Федерация, МКИ С23/ 86, 37/01 Ванна промывки / Суворин В. А., Суворин А. В. ; заявители и патентообладатели Суворин В. А., Суворин А. В. - заявл. 18.12.91; опубл. 27.09.97; бюл. № 27.
4. Зубченко В. Л. Гибкие автоматизированные гальванические линии / В. Л. Зубченко, В. И. Захаров, В. М. Михайлович - Л. : Машиностроение, 1989. - 672 с.
5. Кучеренко Д. П. Обратное водоснабжение (системы водяного охлаждения) / Д. П. Кучеренко, В. А. Гладков. - М. : Стройиздат, 1980. - 168 с.

### References

1. Zapol'skiy A. K. Kompleksnaya pererabotka stoch-nyh vod gal'vanicheskogo proizvodstva / A. K. Zapol'skiy, V. V. Obratstov. - K. : Tehnika, 1989. - 188 s.
2. Inzhenernaya gal'vanotekhnika v priborostroenii / [pod red. A. M. Gimberga]. - M. : Mashinostroenie, 1987. - 512 s.
3. Pat. № 2091504 Rossiyskaya Federatsiya, MKI S23/ 86, 37/01 Vanna promyvki / Suvorin V. A., Suvorin A. V. ; zayaviteli i patentoobladateli Suvorin V. A., Suvorin A. V. - zayavl. 18.12.91; opubl. 27.09.97; byul. № 27.
4. Zubchenko V. L. Gibkie avtomatizirovannye gal'vanicheskie linii / V. L. Zubchenko, V. I. Zaharov, V. M. Mihaylovich - L. : Mashinostroenie, 1989. - 672 s.
5. Kucherenko D. P. Oborotnoe vodosnabzhenie (sis-temy vodyanogo ohlazhdeniya) / D. P. Kucherenko, V. A. Gladkov. - M. : Stroyizdat, 1980. - 168 s.

### Ожередова М. А., Котлярова М. Г. Установка для обезвреживания никельсодержащих промывных вод

*Разработана установка обезвреживания никельсодержащих промывных вод. Установка позволяет в течение 40 -45 минут в объеме ванны, после нанесения на изделия металлического покрытия, проводить их промывку и эффективное обезвреживание, образующихся промывных вод, с получением утилизируемого осадка. Степень очистки при этом составляет более 99,9 %, с*

остаточным содержанием ионов никеля (II) в промывных водах не более 0,07 мг/л.

**Ключевые слова:** никельсодержащие промывные воды, обезвреживание, установка, совмещение процессов, промывка, фильтрация.

**Ozheredova M. A., Kotlyarova M. G. Setting of neutralization of nikel-contain waters is developed**

*Installation of neutralization of nickel-containing washing waters is developed. Installation allows within 40 - 45 minutes in volume of a bathtub, after drawing on products of a metal covering, to carry out their washing and the effective neutralization, being formed washing waters, with receiving a utilized deposit.. The special design of a filtering element is offered. The analysis of combination of processes of the chemical besieging and filtration is conducted. The degree of purification in this case is more than 99,9%, with a residual*

*content of nickel ion (II) in the washing water is not more than 0.07 mg/l.*

**Key words:** *nickel-contain waters is developed, neutralization, installation, combination of processes, washing, and filtration.*

**Ожередова Марина Анатоліївна** – к.т.н., старший викладач кафедри технології неорганічних речовин і екології, Технологічний інститут Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля (м. Северодонецьк) [OzheredovaMA@km.ru](mailto:OzheredovaMA@km.ru)

**Котлярова Марія Григорівна** – студентка гр. ТНР – 29м, Технологічний інститут Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля (м. Северодонецьк)

*Рецензент:* **Суворін О. В.** - д.т.н., доцент

Стаття подана 04.11.2013