

**МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
INTERNATIONAL ACADEMY OF LIFE PROTECTION**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF UKRAINE
«IGOR SIKORSKY KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE»**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGI ESAND DESIGN**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЯК ВИМОГА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
LIVE ISSUES OF ENERGY SAVING
AS AREQUIREMENT OF LIFE SAFETY**

Науково-технічний збірник

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Київ, 7–8 червня 2018 р.)

Київ/Киiv
Україна/Ukraine
«Основа»
2018

НЕСТЕР А. А., доцент, к.т.н.,

Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна

МІТЮК Л. О., доцент, к.т.н.,

ЛУЦ Т. Е., ст. викладач,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАТ

Для того, щоб уникнути накопичення шламів на території підприємств пропонується використовувати технологію регенерації відпрацьованих розчинів травлення, при якій виділений метал використовується як вторинна сировина для виробництва міді, а регенований розчин повторно використовується для травлення друкованих плат.

Ключові слова: утилізація, екологічна небезпека, шлами, друковані плати, прогноз.

Для того, чтобы избежать накопление шламов на территории предприятий предлагается использовать технологию регенерации отработанных растворов травления, при которой выделенный металл используется как вторичное сырье для производства меди, а регенерирующий раствор повторно используется для травления печатных плат.

Ключевые слова: утилизация, экологическая опасность, шлам, печатные платы, прогноз.

In order to avoid the accumulation of slimes on the territory of enterprises, it is proposed to use the technology of regeneration of spent etching solutions, in which the educted metal is used as a secondary raw material for a copper production, and the regenerating solution is reused for etching of the printing plates.

Keywords: utilization, ecological hazard, slime, printing plates, forecast.

Екологічна ситуація в Україні формувалась під впливом структурно деформованої економіки, в якій розвивались сировинно-видобувні, найбільш екологічно небезпечні галузі промисловості, застосовувались ресурсномісткі і енергоємні технології. Відсутність ефективно діючих правових, адміністративних та економічних ме-

ханізмів природокористування і майже повної відсутності екологічних знань у переважної більшості населення призвело до деградації довкілля, забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, токсикації ґрунтів, нагромадження дуже великої кількості шкідливих і високотоксичних відходів виробництва. Ці процеси призвели до різкого погіршення стану здоров'я людей, зменшення народжуваності та збільшення смертності.

Суспільство живе в період поступового переходу до екологічної катастрофи. Відходи промисловості та побутові відходи зростаючих міст забруднюють навколишнє середовище. Ці явища зумовлюють деградацію екологічних систем і біосфери в цілому. Вплив людської діяльності почав перевищувати межі, за якими природа не може компенсувати антропогенний тиск.

Всі відходи людської діяльності повинні бути перероблені природою без шкоди для себе. В той же час діяльність людини, суспільства має бути направлена на повторне використання відходів, їх переробку, тобто звести виробництво до розумної мінімальної кількості відходів, так як абсолютно безвідходного виробництва практично бути не може. Вихід полягає у впровадженні екологічних технологій у промислові і сільськогосподарські виробництва.

Навколишнє середовище вважається безпечним, коли його стан відповідає встановленим у законодавстві критеріям, стандартам, лімітам і нормативам, які стосуються його чистоти (не забруднення), ресурсовмісткості (не втоми), екологічної стійкості, санітарним вимогам, здатності задовольняти інтереси громадян.

Проблема утилізації відходів промислового і побутового походження набуває в даний час все більш гострий характер у зв'язку з тим, що обсяги генерування відходів постійно зростають, тоді як темпи їх переробки незрівнянно малі. В результаті до теперішнього часу накопичені сотні мільйонів тонн різних твердих відходів, які необхідно переробляти і знешкоджувати. Масштаби щорічного продукування і накопичення твердих відходів вимагають створення потужних переробних установок продуктивністю, яка вимірюється мільйонами тонн на рік з їх промисловим освоєнням.

Це доцільно здійснювати на базі вже наявних проектів, освоєних передовими країнами. Специфіка твердих відходів виробництва полягає в тому, що в малих кількостях вони не роблять помітного впливу на навколишнє середовище, а в великих скупченнях стають екологічним лихом. Тому в даний час в усьому світі активно ведуться дослідження та розробки техніки і технологій

для переробки та знешкодження [1]. Проблема полягає в тому, що доведення пропозицій до практичної реалізації в промисловості пов'язано з численними труднощами фінансового, соціального і технічного характеру.

Аналіз шламів гальвановиробництва, виробництва друкованих плат і шламів з шламонакопичувачів показав високий вміст в них металів [2–3]. Під впливом опадів, особливо кислотних дощів, відбувається поступове вторинне забруднення навколишнього середовища цими відходами. Велика обводненість території, пухкі водопроникні ґрунти ускладнюють вибір полігонів промислових відходів і обмежують їх площі, створюють умови для забруднення іонами важких металів не тільки прилеглих до місць складування ґрунтових покривів і поверхневих вод, а й підземних водних горизонтів [4]. В даний час в багатьох країнах світу все ще використовується метод знешкодження токсичних відходів шляхом захоронення на спеціальних полігонах з застосуванням захисних облицювальних матеріалів з глини, поліетилену, полівінілхлориду та інших відносно водостійких матеріалів. Економічним методом поховання опадів багатьох типів є хімічна фіксація, яка здійснюється дозуванням в шлам спеціальних агентів типу силікату натрію, цементу. В результаті цього токсичні речовини виявляються зафіксованими в твердій масі, але з часом може мати місце їх вимивання.

Серед рідких відходів є велика група важких металів, які широко застосовуються в різних промислових виробництвах, і, незважаючи на застосовувані способи очищення, сполуки важких металів проникають в промислові стічні води. Значна кількість цих сполук потрапляє у воду також через атмосферу.

Екологічна небезпека важких металів полягає в тому, що вони активно поглинаються фітопланктоном, а після цього потрапляють людині по харчовому ланцюгу. Свою частку в погіршенні екологічного стану навколишнього середовища вносять підприємства, які використовують процеси виготовлення друкованих плат для забезпечення роботи сучасної електронної техніки. До таких підприємств належать виробництва: побутової; військової; автомобільної; космодромної техніки; техніки космічних апаратів, радіо і телебачення.

Характеризуючи стічні води виробництв друкованих плат, необхідно відзначити наступні фактори впливу металів, присутніх в цих водах, на здоров'я людини.

Мідь широко використовується у виробництві друкованих плат, будучи активним провідником. Головне джерело надходження міді

в природне середовище в такому виробництві – стічні води операцій травлення міді для забезпечення рисунка, промивні води, шлами. Але мідь є одним з незамінних елементів для організму людини. У деяких випадках дефіцит міді за симптомами подібний до хронічної інтоксикації. Сполуки міді володіють мутагенними властивостями.

В той же час при інтоксикації сполуками міді вражаються печінка, легені, розвивається гіпертонія, можливі розвиток алергії і розлади нервової системи. Швидкість поглинання, утримання і вивід міді не призводять до підвищеного її вмісту в організмі. Але при хворобах, які викликають порушення цього механізму, тривала абсорбція міді може викликати захворювання – цироз печінки. Є відомості в медичній літературі про вплив міді на метаболізм штучно вигодовуваних новонароджених. Зафіксовані гострі отруєння людей в разі вживання з питною водою міді в дозах 0,14 мг/кг і вище [5].

Слабка токсичність міді пояснюється її проміжним положенням між м'якими і сильними кислотами за характером утворення зв'язків. Однак мідь гостротоксична для більшості прісних безхребетних. Тому ГДК питної води (за європейським стандартом – 0,05, США та СНД – 1,0, ВООЗ – 2,0 мг/л) вища, ніж рибогосподарська величина ГДК – 0,01 мг/л. Сполуки міді з шламів при їх зберіганні можуть потрапляти в ґрунти на місцях зберігання.

Прогнозування забруднення ґрунтів і порід на території складування шламів виробництва плат та гальваніки розглянемо для випадку експлуатації лінії обробки плат.

Для прикладу розглянемо стан з утворенням шламів при роботі ліній травлення друкованих плат. При продуктивності лінії травлення 14 м²/год кількість шламів за 8 год роботи досягне величини приблизно 116 кг, що при місячній роботі в одну зміну складе 2400–2500 кг.

Сучасні підприємства, які в кращий для виробництва час виробляють приблизно $4 \cdot 10^3$ м² плат, накопичили на своїй території по 50–300 тонн і більше відходів за рік у вигляді шламів, які зберігаються в ємностях, поліетиленових мішках і потрапляють під дію атмосферних опадів. У процесі дії на них атмосферних опадів солі вимиваються і переходять в ґрунт, поверхневі води, забруднюють навколишнє середовище і підвищують рівень екологічної небезпеки.

Прогноз забруднення ґрунтів і порід на території складування шламів (до впровадження запропонованих рішень) пропонується виконати на основі положень викладених нижче.

При зберіганні солей від травлення плат і гальваніки ґрунти, на яких можуть лежати солі, засолюються, і це призводить до негативних явищ. З огляду на викладене вище, нами виконано прогноз засолення ґрунтів і порід зони аерації на техногенно порушеній території на різні терміни. Солі від поверхні землі рухаються в нижче лежачі горизонти зони аерації за законами молекулярної дифузії. Відповідно до теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ цей процес можна описати рівнянням руху і збереження маси речовини в похідних для вертикального масопереносу:

$$D_m \frac{d^2 C}{dx^2} = n \frac{dC}{dt}, \quad (1)$$

де D_m – коефіцієнт молекулярної дифузії, м²/доб;
 C – засоленість порід, % щільності сухого ґрунту;
 n – об'ємна вологість, частки одиниці;
 x – просторова координата, м;
 t – годинникова координата, доба.

Аналітичне рішення рівняння (1) для завдання в такій постановці має вигляд:

$$C_x = (C_n - C_o) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\frac{D_m t}{n}}}, \quad (2)$$

де C_x – прогнозна величина засоленості на глибині x_m від поверхні землі, %;
 C_n – засоленість на поверхні (насипний пласт солей), %;
 C_o – засоленість ґрунту до початку складування, %;
 x – відстань розрахункових точок від початку координат, тобто від поверхні землі, м;
 t – термін прогнозного розрахунку, доба;
 erfc – табульована експоненціальна функція;
 n – об'ємна вологість, частки од.

Рух солей здійснюється тільки по поровому простору. Пори займають 0,4 одиниці об'єму породи, тому максимальне значення C_n складе 40 % на кордоні 1 роду – поверхні землі. У нашому випадку ми вибираємо для розрахунку розрахункові точки через 0,5 м до рівня ґрунтових вод.

Для розуміння процесу визначимося з величинами засоленості: при наявності солей менше 0,3 % ґрунти вважаються засоленими, 0,3...0,5 % – ґрунти слабо засолені. Всі ґрунти утримують певну кількість солей. Засоленість вимірюється у відсотках сухого ґрунту.

Коли на поверхні ґрунту лежить сіль, це відповідає граничній умові першого роду. Для прогнозного розрахунку прийняті наступні вихідні дані:

C_0 – засоленість ґрунту до початку складування складе 0,2 %;

D_m – коефіцієнт молекулярної дифузії, $(1-9) \cdot 10^{-5}$ м²/добу. При розрахунках рухомих солей значення приймають максимальними, тобто величиною $9 \cdot 10^{-5} = 0,00009$ м²/доба;

x – відстань розрахункових точок від початку координат, тобто від поверхні землі відстань складе 0,5 м;

t – термін прогнозного розрахунку пропонується взяти рівним 1 рік (365 дб).

Підставляючи в формулу 2 вибрані величини отримаємо значення:

$$C_x = (C_n - C_0) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\frac{D_m t}{n}}} = (100 \% - 0,2 \%) \operatorname{erfc} \cdot$$

$$\cdot 2\sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 365}{0,23}} = 99,8 \operatorname{erfc} 1,98 = 99,8 \cdot 0,005 = 0,499. \quad (3)$$

Для прогнозного розрахунку початок координат вибрано на поверхні землі, відстань між розрахунковими точками $\Delta x = 0,5$ м, засоленість $C_0 = 0,2$ %, $C_n = 40,0$ %, $n = 0,23$, $D_m = 1 \cdot 10^{-5}$ м²/добу.

Величина, обумовлена розрахунком, показує, що через 1 рік після відсипання солей верхній півметровий шар зони аерації перейде в категорію слабо і середньо засолених. У наступні роки вміст солей буде збільшуватися в часі і по глибині. Через 10 років сольовий профіль буде таким, що повна відсутність будь-яких живих організмів і рослин гарантовано на довгі роки і після ліквідації складу.

Щоб уникнути накопичення шламів на території підприємств пропонується використовувати технологію регенерації відпрацьованих розчинів травлення, при якій виділений метал використовується як вторинна сировина для виробництва міді, а регенований розчин повторно використовується для травлення друкованих плат.

Основним результатом даної роботи є вдосконалення методу визначення наслідків забруднення ґрунтів шламами цехів друкованих плат та гальваніки. Для практичної реалізації проведених досліджень та їх висновків потрібна широка компанія роз'яснень на підприємствах, учбових закладах, які готують спеціалістів для роботи у визначених галузях, повноцінне інформування громадсь-

кості про стан та збереження відходів на територіях підприємств особливо тих, де йде виготовлення друківаних плат та існує гальванічне виробництво.

Зважаючи на викладене, необхідно прийняти економічно вигідні рішення щодо стабілізації і поліпшення екологічної ситуації. Основними критеріями таких рішень потрібно визначити:

- стан здоров'я населення України та його покращення;
- рівень загрози біологічному різноманіттю навколишнього середовища;
- еколого-економічну ефективність прийнятих рішень.

Викладені вище рекомендації впроваджені на ДП «Новатор» (м. Хмельницький) та в учбовий процес Хмельницького національного університету при викладанні дисциплін «Основи екології та промекології», «Охорона праці та утилізація відходів».

Література

1. Сотрудничество для решения проблемы отходов // Материалы III Международной конференции. – Харьков, 2006. – 251 с.
2. Найденко В. В. Очистка и утилизация промстоков гальванических производств / В. В. Найденко, Л. Н. Губанов; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ДЕКОМ, 1999. – 368 с.
3. Нестер А. А. Оцінка екологічної безпеки територій підприємств виробництва плат та гальваніки: Збірник наукових праць. – Київський національний університет будівництва і архітектури // Екологічна безпека та природокористування. – № 3–4(24) м. Київ, 2017. – С. 39–43.
4. Нестер А. А. Прогноз загрязнения машиностроительного предприятия шламами при производстве плат и гальваники / А. А. Нестер, Г. П. Евграфкина // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – Выпуск 6. – 2017. – С. 193–200.
5. Богдановский Г. А. Химическая экология: Учебное пособие / Г. А. Богдановский. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.