



**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

**XVII
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ
ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ”**

**Україна, Кременчук,
02-04 жовтня, 2019**

ЗМІСТ

Управління системою екологічної безпеки інвестиційних процесів	
<i>Адаменко Я. О.</i>	6
Методологія екологічної оцінки стічної води вугільних шахт	
<i>Босак П. В., Попович В.В.</i>	13
Об'ємна конфігурація забруднення ґрунтів хлорорганічними пестицидами та новий спосіб ремедіації земель	
<i>Катков М. В.</i>	18
Прогнозування витікання нафти через дефектні отвори	
<i>Кривенко Г.М., Керкер В.В.</i>	22
Система інженерних та управлінських рішень екологічної безпеки гірських екосистем як основа регіонального сталого розвитку	
<i>Масікевич А.Ю., Колотило М.П., Яремчук В.М., Лаков П.М., Масікевич Ю.Г.</i>	26
Сучасні підходи до підвищення екобезпеки промислових підприємств	
<i>Матухно О.В., Сибір А.В., Тютюренко М.В.</i>	30
Утилізація відходів травлення друкованих плат та гальваніки	
<i>Нестер А.А.</i>	35
Оценка снижения токсичности дымовых газов при использовании топливно-водородных смесей	
<i>Евстигнеев Ю. В., Лейбович Л.И., Пацурковский П.А.</i>	39
Природоохоронні технології переробки рідких відходів коксохімічного виробництва у кондиційні органічні в'язучі	
<i>Ляшок Я.О., Подкопаєв С.В., Повзун О.І., Калиниченко В.В.</i>	43
Технологія інтерактивного (динамічного) та кінематичного геоінформаційного картографування системи управління регіональною екологічною безпекою	
<i>Шевченко Р.Ю.</i>	47
Природно-антропогенні ландшафти м. Києва: тренди трансформації	
<i>Шевченко Р.Ю.</i>	51
Управління екологічною безпекою агропромислового комплексу шляхом застосування отриманих із відходів сорбентів	
<i>Шмандій В.М., Харламова О.В., Ригас Т.С., Лікаркіна А. С.</i>	56
Изучение зависимости токсического эффекта от времени контакта токсиканта с культурой водоросли	
<i>Крайнюков А.Н., Крищицкая И.А.</i>	59
Методика оцінювання рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств	
<i>Коломієць С.В.</i>	64
Розробка універсальної системи екологічного контролю двигунів і котелень	
<i>Полив'янчук А.П., Каслін О.І., Скурідіна О.О., Кулік А.С., Щербак О.М.</i>	68
Підвищення раціональності використання теплової енергії системами опалення будівель впровадженням в них технології «Розумний будинок»	
<i>Полив'янчук А.П., Романенко С.В., Семененко Р.А., Семененко Л.В., Жидкова І.Є.</i>	74
Застосування програмного комплексу Soundplan для моделювання акустичної обстановки і поширення мінеральних речовин, створюваних автомобільним транспортом.	
<i>Поліщук Д. В., Шелудченко Л.С.</i>	80
Дослідження процесу компостування харчової суміші з використанням мікробіологічної добавки «Байкал ем»	
<i>Соколова В.І., Сагдеева О.А., Крусір Г.В.</i>	84

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ТРАВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ ТА ГАЛЬВАНІКИ

А.А.Нестер, к.т.н., доц.

Хмельницький національний університет

вул.Інститутська 11, м.Хмельницький, 29016,Україна,e-mail: nesteranatol111@gmail.com

Коротко викладені основні аспекти негативного впливу відходів виробництва плат і гальваніки на довкілля. Приведені розрахунки сумарного індексу небезпеки шламу при існуючому положенні збереження шламів на території підприємства.

Виконано прогноз засолення ґрунтів і порід зони аерації на техногенно порушеній території на різні строки одного з підприємств України. Це дає уявлення про небезпеку для навколишнього середовища на території підприємства та за його межами.

Щоб уникнути накопичення шламів на території підприємств пропонується використати 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.

Отримані результати можуть бути застосовані у виробництві друкованих плат для зменшення впливу відходів виробництва на довкілля, а також отримання дешевої сировини із стічних вод промислових підприємств.

Ключові слова: стічні води, регенерація, мідь, друкована плата,гальванічне виробництво

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Гальванічне виробництво є одним з найнебезпечніших джерел забруднення навколишнього середовища, головним чином поверхневих і підземних водойм, через утворення великого об'єму стічних вод, а також великої кількості твердих відходів, особливо від реагентного способу знешкодження стічних вод. [1]. Сполуки металів, що виносяться стічними водами гальванічного виробництва, досить шкідливо впливають на екосистему ґрунт-рослина-тваринний світ-людина. Це обумовлює необхідність створення такої системи захисту навколишнього середовища, при якій виключалася б можливість попадання мідних сполук за межі підприємства. Іншими словами, організація виробництва повинна будуватись таким чином, щоб усі розчини використовувались тривалий час, а вода була б оборотною [1].

За деякими оцінками загальні витрати виробництва міді з вторинної сировини на 35-40 % нижчі, ніж з первинної [2]. Метою роботи є оцінка ефективності повторного використання стічних вод за рахунок регенерації та використання міді зі стічних вод виробництва плат та гальваніки.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Інтенсивний розвиток промисловості і пов'язане з ним збільшення обсягів відходів основних

виробництв і забруднення довкілля висувають на перший план питання, пов'язані з повною переробкою і подальшим використанням ТПВ та відходів виробництва.

Найбільш ефективним способом утилізації ТПВ є вторинне використання відходів виробництва. Вони є безкоштовними, економічно значимими в господарюванні, є сировиною для виробництва чорних і кольорових металів, екологічно чистих біохімічних добрив, побутових товарів, для енергетики, а також продуктами для будівельних і оздоблюваних робіт, текстильного виробництва, металургії, машинобудування тощо. Компоненти, що входять до складу ТПВ, часто в два-три рази дешевші, ніж сировина, спеціально підготовлена для наступної переробки. Витрата палива на виробництво гуми, пластмаси, целюлози і паперу при використанні відходів зменшується на 10-40 %, а питомі капіталовкладення – на 30-50 %. Разом з тим широке використання відходів виробництва позитивно позначається не лише на ефективності роботи підприємств і збільшенні випуску продукції, але й на ресурсному потенціалі країни, що дозволяє зменшити забруднення повітряного і водного середовища, а також скоротити площі корисних земель під відвали та шлакосховища відходів. Серед всіх

екологічних проблем, з якими зараз зіткнулася Україна – питання забезпечення населення питної водою посідає перше місце. З одного боку це обумовлено недостатньою забезпеченістю водними ресурсами (серед країн Європи Україна є однією з найменш забезпечених), з іншого – значним забрудненням поверхневих джерел водопостачання.

За даними Держкомстату, за 2015 рік у водні об'єкти країни було скинуто близько 8 млрд м³ стічних вод.

Багаторічна енергетично-сировинна спеціалізація, а також низький технологічний рівень промисловості України поставили її в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. Обсяг утворення відходів у 2015 р. становив 312 млн т. Скорочення обсягів виробництва, яке спостерігалось у більшості галузей економіки суттєво не позначилося на загальній ситуації щодо утворення відходів. Відходи накопичуються у вигляді шламосховищ, териконів, відвалів, різних звалищ. Площа земель, зайнята ними, становить близько 180 тис. га [3].

Сьогодні, на кожних 100 тис. жителів, в землю закопується приблизно 2000 т металу, 10000 т паперу і картону, 3000 т пластика, 1500 т скла, 1500 т текстилю, близько 400 вагонів вагою по 50 т. Вартість за цінами вторинної сировини складає 2 млн дол. або 20 млн дол. для міста з мільйонним населенням [1].

Нині гостро стоять проблеми очищення води від іонів важких та кольорових металів у гальванічних виробництвах та у виробництві плат. Найбільш поширені реагентні технології вилучення цих металів з води не забезпечують необхідної ефективності очищення води для її повторного використання, призводять до утворення і накопичення токсичних шламів, які продовжують накопичуватись на територіях як діючих підприємств колишнього СРСР, так і заново утворених. Не вирішеним залишається питання утилізації регенераційних розчинів, що утворюються при застосуванні іонообмінних технологій, які дозволяють

створювати замкнені системи водокористування у гальванічних виробництвах.

Екологічне благополуччя водних екосистем значною мірою визначається водним менеджментом, направленим на створення та розвиток маловідходних систем замкненого водопостачання, запобігання скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти, створення ресурсозберігаючих технологій. Таким чином, актуальним є створення та розвиток технологій, які повинні бути економічно доцільними та зводити до мінімуму можливість утворення джерел забруднень та ризик забруднення навколишнього середовища.

Виготовлення друкованих плат є комплексом складних технологічних операцій. Виробництво використовує цілий ряд електролітів і технологічних розчинів, які є джерелами забруднення навколишнього середовища. Після скидання відпрацьованих травильних розчинів необхідно виконати їх знешкодження.

Обстеження показали, що підприємствами, які займаються виготовленням друкованих плат скидається цілий спектр металів – залізо, нікель, хром, мідь та ін. [1, 3].

Більш глибокий аналіз відходів виробництва, показує, що основними джерелами забруднень виробництва радіоелектронної апаратури є гальванічне виробництво і виробництво друкованих плат, тому що найбільша кількість токсичних компонентів, насамперед, іонів металів, надходить з мідьмісткими розчинами [2].

Основним підприємством, що забезпечує спеціальним технологічним устаткуванням для виробництва друкованих плат є завод ПАТ «Темп» (м. Хмельницький) та декілька невеликих цехів, які суттєво збільшують парк обладнання в Україні. За період існування підприємством випущено біля 3000 одиниць спеціального технологічного устаткування, аналіз роботи якого показав, що при його експлуатації протягом року, обсяг забруднень, які скидаються з водою, становить відповідно: мідь – 20 тис. т, олово – 50 т, свинець – 40 т, золото – 0,1 т, титан – 0,35 т, нікель – 0,25 т,

тантал – 0,25 т [1].

Джерелом утворення мідь містких концентрованих розчинів виробництва друкованих плат є операції міднення і травлення, а тому основним металом забруднюючим навколишнє середовище при виробництві друкованих плат є мідь, що надходить з водою від виконання операцій травлення. У такий спосіб розробка ефективних технологій, що дозволяють виключити скидання цих розчинів є актуальною задачею.

При травленні плат відходами процесу є CuCl_2 при проведенні процесу в кислому середовищі, або $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$ в процесі лужного травлення. Для визначення маси відходів використаємо формули відходів CuCl_2 та $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$.

Масова доля дозволяє визначити загальну масу відходів.

Маса відходів
 $M_g(\text{CuCl}_2) = 63,5 + 35,5 \cdot 2 = 63,5 + 71 = 134,5$.

При 0,5 кг стравленої міді з 1 м^2 підложки маса відходів складе

$$M_g[(\text{Cl}_2/\text{Cu}) \cdot 0,5 + 0,5] = [(71/63,5) \cdot 0,5 + 0,5] = 0,56 + 0,5 = 1,06 \text{ кг.}$$

Аналогічно визначимо масу відходів при лужному травленні

$$M_g \text{Cu}(\text{NH}_3)_4 = 63,5 + 144 + 1 \cdot 12 = 63,5 + 68 = 131,5.$$

При 0,5 кг стравленої міді з 1 м^2 підложки маса відходів складе

$$m_g[(\text{NH}_3)_4/\text{Cu}] \cdot 0,5 + 0,5 = [(68/63,5) \cdot 0,5 + 0,5] = 0,54 + 0,5 = 1,04 \text{ кг.}$$

При продуктивності лінії $12 \text{ м}^2/\text{год}$ кількість шламів за 8 год роботи сягає величини більше 96 кг, що при місячній однозмінній роботі складе 2100-2150 кг.

Сучасні підприємства, які в кращий для виробництва час виробляли приблизно $4 \cdot 10^3 \text{ м}^2$ плат, накопичили на своїй території по 1500-3000 тон відходів за рік в вигляді шламів, які зберігаються в ємностях, поліетиленових мішках та попадають під дію атмосферних осадів. В процесі дії на них атмосферних осадів солі вимиваються та переходять в ґрунт, поверхневі води, забруднюючи НПС та підвищуючи рівень екологічної небезпеки.

При зберіганні солей від травлення плат і гальваніки ґрунти, на яких знаходяться 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 у нижні 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 [1]:

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

де, D_m -коефіцієнт молекулярної дифузії, $\text{м}^2/\text{доб}$;

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 (насіпний 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 -табульований 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 визначимось 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 [4].

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 величиною (максимально) $9 \cdot 10^{-5} = 0,00009$ 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 днів).

Підставляючи в формулу 2 вибрані величини отримаємо значення:

$$Cx = (Cn - Co) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\frac{D_m t}{n}}} = (100\% - 0,2\%) \operatorname{erfc} \bullet$$

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

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/доба.

Величина, обумовлена розрахунком, показує, що через 1 рік після відсіпання солей верхній півметровий шар зони аерації перейде в категорію слабо і середньо засолених.

TITLE

A.Nester

Khmelnytsky National University

vul. Institutskaya, 11, Khmelnytsky, 29016, Ukraine. e-mail: nesteranatol111@gmail.com

Utilization of wastes of digestion of PCBS and electroplating

The main aspects of negative effects of the wastes from produced boards and electroplating equipment on the environment are outlined. The summary index calculations on the danger of slurry at present conditions of storing slurries on the territory of enterprises are presented.

The prognosis of soil and breed salinity of zone of suspend water is executed on the technogenic broken territory on the different terms of one Ukrainian enterprise. It gives an idea about a danger for an environment in-plant and after his limits. In order to avoid the accumulation of slurries on the territory of enterprises, it is proposed to apply the technology of regenerating spent etched solutions, so that the recovered metal may be used as secondary raw material for copper production, and the regenerated solution may be reused for etching printed circuit boards. The research findings can be implemented in the production of printed circuit boards in order to reduce the effects of production wastes on the environment and obtain cheap raw materials from industrial wastewaters.

Key words: sewer water, regeneration, copper, PCBS, galvanic production

У наступні роки вміст солей буде збільшуватися в часі й по глибині. Через 10 років сольовий профіль досягне глибини 1,5-2м, що створить серйозну загрозу нижче лежачим підземним водам.

При такому вмісті солей повна відсутність будь-яких живих організмів і рослин гарантована на довгі роки і після ліквідації складу зберігання шламів.

ВИСНОВКИ. Розрахунок дозволяє зрозуміти згубність зберігання шламів на території підприємства та дає напрямок робіт для розвитку технологій переробки та повторного використання травильних розчинів в процесі травлення друкованих плат.

Література

1. Нестер А.А. Монографія. Очистка стічних вод виробництва друкованих плат / А.А. Нестер. Видавництво Хмельницького національного університету, 2016. 219 с.

2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / В. С. Білецький [і др.]. за ред. В. С. Білецького. —

Д.оноцьк : Східний видавничий дім, 2004—2013.

3. Кольорова металургія України. / І.Ф. Червоний [і др.]. за ред І.Ф. Червоного Т. 1, ч. 1: монографія. — Запоріжжя: ЗДІА, 2014.- 380 с.

4. Вредные химические вещества: Неорганические соединения элементов I - IV групп: Справочник / В.А.Филов. под общей ред. В.А.Филова. - Л.: "Химия", Ленинградское отделение. - 1988. - 512 с.

REFERENCES

1. Nester A.A. Monograph PCBS wastewater treatment [*Ochystka stichnykh vod vyrobnytsva drukovanykh plat*] / from A.A. Nester Khmelnytsky National University Publishing House, 2016. 219 p.s.

2. Small Mineral Encyclopedia: 3 t. [*Mala girnychycha entsyklopediya u 3 t*] / V. S. Beletsky [and others]. for ed. V. S. Biletsky. - Donetsk: Eastern Publishing House, 2004-2013.

3. Standard of Ukraine. [*Kolorova metalurgiya Yukrainy*] / I.F. Chervoniy [and

others]. for ed. I.F. Chervoniy T.1, part 1: monograph. Zaporizhzhya: ZDIA, 2014-380,p.s

4. Harmful chemicals: inorganic compounds of elements of I-IV groups: a guide [*Vrednye khimicheskie veschestva: Neorganicheskie soedineniya elementov I – IV grup. Spravochnik*] / VA Filov. under the general for ed. VA Filov - L.: Chemistry, Leningrad Branch. - 1988 - 512 p.s.

ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНО-ВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

Ю. В. Евстигнеев, аспирант, Л. И. Лейбович, к.т.н., доц., П. А. Пацурковский, к.т.н., ассистент Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, пр. Героев Украины 9, г. Николаев, 54025, Украина. E-mail: recycle.lev@gmail.com

Синтетические углеводородные и возобновляемые экологически чистые моторные топлива перспективны в качестве как основных, так и дополнительных энергоносителей. Обоснована актуальность применения водорода, который не только эффективно замещает нефтяные топлива, но и позволяет в качестве каталитической добавки к углеводородному топливу повысить эколого-экономические показатели ДВС. Показано, что использование водорода, как добавки к топливам, существенно снижает загрязнение окружающей среды супертоксикантами – канцерогенно-мутагенными ингредиентами.

Ключевые слова: моторные топлива, водород, загрязнение окружающей среды.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. По мнению многих специалистов разных стран в ближайшем будущем никакой массовой замены традиционным ДВС не осуществится. По крайней мере, как минимум на ближайшие два десятилетия ДВС остается основным и самым распространённым типом силовой энергетической установки, особенно в тех местах, где необходимы высокая выходная мощность и автономность. Поэтому компании, производящие двигатели, вынуждают искать новые решения энергетических и экологических проблем.

Нормы по токсичным выбросам ДВС ужесточаются каждые пять лет примерно в два раза. Невыполнение требований директив Еврокомиссии по выбросам CO₂ ведет к снижению конкурентоспособности двигателей и потере рынка их сбыта, а невыполнение норм по токсичности - к запрету на их продажу. Ввиду

перечисленных выше факторов актуальным направлением на ближайшее время является поиск технических решений, направленных на поиск альтернативных моторных топлив [1].

К альтернативным топливам для ДВС относят:

- природный газ как наиболее эффективный энергоноситель на переходный период;
- синтетические топлива на основе спиртов и диметилового эфира;
- биотоплива;
- электроэнергия;
- водород в качестве добавки к основному топливу [3].

Делая выводы из выше изложенного, на сегодняшний день наиболее универсальный энергетический ресурс – водород, применение которого в качестве топлива для ДВС можно реализовать на основе трех концептуальных подходов [2]: