

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**



**МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**III Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»**

ПОЛТАВА, 1 - 2 ГРУДНЯ 2022 Р.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА
University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Austria
Institute of Mathematical Sciences, Faculty of Science,
University of Malaya, Malaysia
University of Life Sciences in Lublin, Poland
Jamia Millia Islamia, New Delhi, India
Laval University, Quebec, Canada
Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan
National Military University «Vasil Levski», Bulgaria
Deutsche Gesellschaft Für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Gemeinde Filderstadt, Deutschland
University of Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет імені І. Сікорського»
Одеський державний екологічний університет
Сумський державний університет
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Вінницький національний технічний університет
Запорізький національний університет
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет»
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Національний університет «Львівська політехніка»
ТОВ «НЬЮФОЛК НТЦ»
СП «Полтавська газонафтова компанія»
Екологічна рада Полтавщини

III Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»



Полтава, НУПП, 1 – 2 грудня 2022 р.

УДК 502/504+620.9](06)

Відповідальна за випуск: завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування,
д.т.н., проф. Олена СТЕПОВА.

«Екологія. Довкілля. Енергозбереження». 2022» : Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (1-2 грудня 2022 року, Полтава). Полтава : НУПП, 2022. 343 с.

Учасники конференції – міжнародні експерти, почесні гості, науковці, шкільна й студентська молодь та освітяни – розглядають проблеми раціонального використання природних ресурсів, захисту довкілля та енергозбереження, подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій та воєнних дій.

Матеріали подано мовами оригіналів. За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

Оргкомітет конференції.

© Національний університет
«Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», 2022 р.

УДК 541.13: 504.064.4

*Гапон Ю. К., к. т. н., Трезубов Д. Г., к. т. н., докторант,
Пономаренко Р. В., д. т. н., професор, Слепужніков Є. Д., к. т. н.,
Чиркіна М. А., к. т. н., доцент*

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

СИНТЕЗ КАТОДНОГО МАТЕРІАЛУ З ПІДВИЩЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Електрохімічні технології дозволяють очищати стічні води від різних домішок (ціанідів, амінів, спиртів, альдегідів, нітросполук, сульфідів), які розпадаються з утворенням CO_2 , NH_3 , води або інших простих і нетоксичних сполук. Така обробка може використовувати анодне окиснення, катодне відновлення, електрокоагуляцію, електрофлотацію й електродіаліз. Ці впливи виникають як на електродах, так і в об'ємі забрудненої води при пропусканні через неї постійного електричного струму. У міжелектродному просторі відбуваються електроліз води, поляризація частинок, електрофорез, окислювально-відновні процеси, взаємодія продуктів електролізу між собою.

Властивості матеріалу електродів є визначальними для ефективності як електрохімічної обробки взагалі, так й процесів електрохімічного очищення стічних вод. До матеріалу електроду можна застосувати вимоги за економічністю виготовлення, щодо необхідності забезпечення потрібного електрохімічного режиму та стійкості в умовах агресивних середовищ стічних вод. Зазвичай на практиці для електродів використовують покриття з цільовими властивостями. З одного боку, ці покриття повинні бути міцними, твердими та добре зчепленими з основою, з іншого – процес їх формування повинен бути економічним та більш безпечним із точки зору застосованих електролітів, а також зменшення побічного утворення водню.

У якості анодів застосовують нерозчинні матеріали: платину, магнетит, діоксиди свинцю, марганцю та рутенію на титановій основі, графіт. Катоди виготовляють з молібдену, сплаву вольфраму з металами родини заліза, графіту, нержавіючої сталі та інших металів та сплавів. Більш дешеві електроди швидко витрачаються та забруднюють додатковими речовинами воду. Так, мікророзрядна обробка розчинів на графітових електродах забруднює воду аквадагом – стійкою суспензією графіту у воді [1]. До покриттів застосовують технологічні вимоги: міцність, твердість й добре зчеплення з основою, а при виготовленні – безпечність застосованих електролітів та мале виділення водню [2].

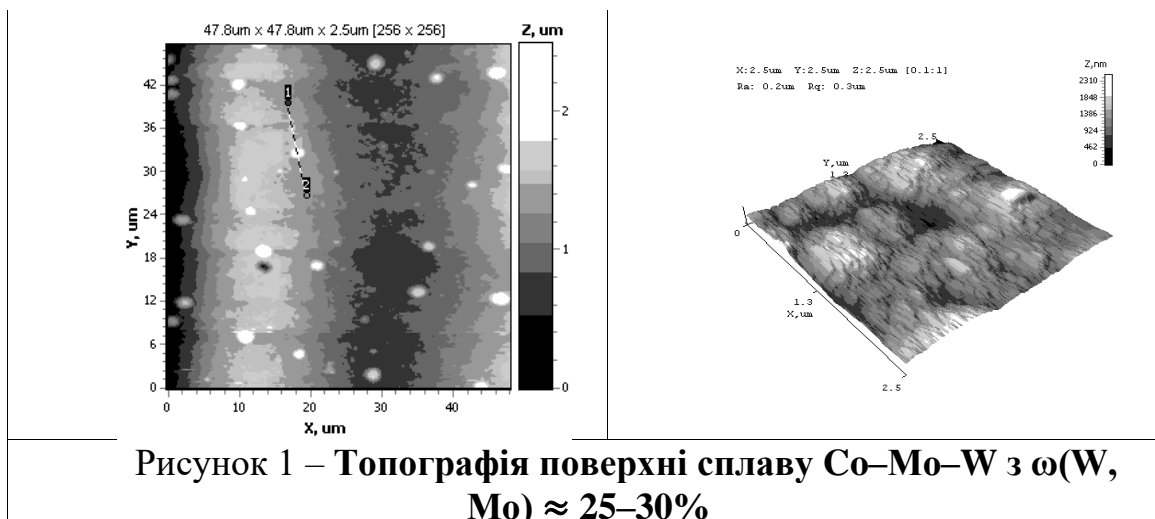
Розробка методів синтезу багатофункціональних покриттів, що мають

велику кількість корисних технологічних властивостей, таких як корозійна тривкість, твердість, зносотривкість і каталітична активність, є вирішальним напрямом для створення новітніх прогресивних матеріалів. Але синтезувати на основі тривіальних біметалевих композицій актуальні аморфні сплави, нанорозмірні, нанокристалічні й наноламінатні структури, тонкошарові матеріали з великим магнітним опором, високотемпературні надпровідники, мультифероїки виявилось неможливим. Це викликало у гальванотехніці перехід до тернарних (потрійних) і синергетичних сплавів, які забезпечують нададитивне посилення функціональних властивостей у залежності від масового співвідношення сплавотвірних компонентів [3-5].

Існує багато суттєвих відмінностей не тільки в структурі і властивостях металургійних та гальванічних сплавів, а й у співвідношеннях концентрацій їх компонентів. Під час електролітичного осадження формуються сплави, які відрізняються фазовим складом і властивостями від одержаних стандартним шляхом. Тому технологічні можливості електролітичних сплавів виявляються значно ширшими. Таким чином, існує взаємопов'язаний ланцюг технічних заходів, що дозволяє цілеспрямовано формувати властивості поверхні сплаву: технологічні параметри електроосадження → склад сплаву → морфологія → функціональні властивості → галузь застосування [3].

Електролітичний синтез потрійного сплаву кобальт-молібден-вольфрам проводили за допомогою потенціостату ПИ-50-1.1, програматора ПР-8 й уніполярних імпульсів з амплітудою катодної густини струму 4-12,5 А/дм², тривалості імпульсу $1 \cdot 10^{-3}$ – $20 \cdot 10^{-3}$ с та паузи $2 \cdot 10^{-3}$ – $20 \cdot 10^{-3}$ с. Співвідношення тривалості імпульсу і паузи змінювали залежно від технологічних вимог до покриттів, їх призначення і напрямку використання. Верхня межа інтервалу амплітуд густини струму відповідає граничній дифузійній густині катодного струму, перевищення якої суттєво погіршує якість покриття внаслідок появи включень оксидів та гідроксидів сплавотвірних металів [6].

Дослідження морфології покриттів із застосуванням атомно-силової мікроскопії (АСМ) дозволило оцінити розмір зерен і асоціатів, а також ступінь розвинення поверхні сплаву. Так, при забезпеченні загального вмісту тугоплавких компонентів у тернарному електролітичному сплаві Со–Мо–W на рівні $\omega(W, Mo) \approx 25-30$ мас. % (рис. 1), розмір сфероїдів, що складаються зі зрощених кристалітів і фіксуються на зображеннях, становить до 600 нм. Більш точно відображає властивості кластерів, з яких побудована речовина, мікротвердість за Вікерсом. Так, для окремих сплавів з Со, Мо та W параметр H_V (МН/м²) становить 130, 150 та 350 відповідно; для покриттів Cr – 700–850 МН/м²; сплавів Со–Мо–W залежно від співвідношення 280 до 1150 МН/м².



Найбільшу міцність сплаву отримано для співвідношення Co–Mo–W (60, 22,1 та 17,9% або мольне співвідношення 10:2:1), що дозволило сформувати кластер у формі ікосаедру з атомом W у центрі [7]. Такий сплав дозволяє отримати найбільш щільну упаковку атомів. Тобто, загальною тенденцією є зростання твердості покриттів, які сформовано сплавами на основі системи Co–Mo–W, зі збільшенням загального вмісту тугоплавких компонентів. Існує й інша закономірність – більшу твердість отримано для покриттів, які утворено сплавом з кластерів з меншою молярною масою.

Але для електрохімічного очищення стічних вод й інших технологічних процесів важливим параметром, крім твердості та зносостійкості, є корозійна активність електродів. Корозійну поведінку покриттів потрійною системою Co–Mo–W у широкому діапазоні вмісту сплавотвірних металів оцінювали за допомогою глибинного показника швидкості корозії в середовищах різної кислотності на фоні присутності 1М натрію сульфату (рис. 2). Для даних покриттів корозійна поведінка залежить від складу та структури поверхні, морфології та кислотності середовища, оскільки покриття отримані з електролітів різного компонентного складу, мають різну структуру поверхні.

Встановлено, що отримані покриття тернарним сплавом в умовах різної кислотності виявляють вищу корозійну стійкість ніж матеріал основи (Ст.3) на 2–3 порядки. Значення глибинного показника швидкості корозії дозволяють віднести сплави Co–Mo–W до стійких матеріалів в кислих середовищах ($pH = 3$, $k_h = 0,01\text{--}0,08$ мм/рік при вмісті тугоплавких металів від 30 мас. %) та вельми стійких в нейтральних і лужних ($pH = 7$ і 12 , $k_h = 0,001\text{--}0,01$ мм/рік) і розглядати їх як перспективні матеріали для корозійностійких електродів для електрохімічного знешкодження стічних вод.

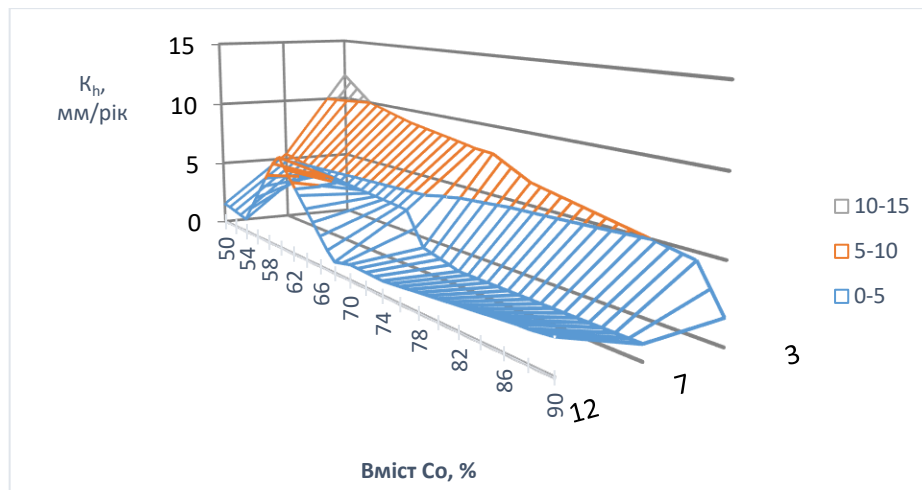


Рисунок 2 – Залежність швидкості корозії сплаву Co–Mo–W за pH 3, 7 та 12

Дані рис.2 показують, що меншу корозійну активність у нейтральному та лужному середовищі мав не найбільш твердий сплав, а система Co–Mo–W з вмістом компонентів 74,3, 10,6, 15,1 % (мольне співвідношення 46:4:3), що передбачає базис кластеру у вигляді трикутної призми.

Використані інформаційні джерела:

1. Tregubov D., Slobodskoj S. The study of microarc discharge electric characteristics in wastewater treatment. *Koks i Khimiya*. 1997. №9. P. 32–34.
2. Гапон Ю. К., Трегубов Д. Г. та ін. Підвищення пожежної безпеки гальванічного виробництва. *Проблеми пожежарної безпеки*. 2020. №47. С. 23–28. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10919>.
3. Sakhnenko M. D., Ved M. V., Ermolenko I. Yu., Hapon Yu. K. Design, synthesis, and diagnostics of functional galvanic coatings made of multicomponent alloys. *Materials science*. 2017. №52. P. 680–688.
4. Yar-Mukhamedova G., Mukashev K. et al. Corrosion resistance of chrome-silox-carbon nano-composition electrolytic coatings. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*. 2016. №1. P. 71–77.
5. Hapon Y., Chyrkina M., Tregubov D., Romanova O. Co-Mo-W galvanochemical alloy application as cathode material in the industrial wastewater treatment processes. *Materials Science Forum*. 2021. №1038. P.251–257.
6. Патент на винахід № 112040, Україна, МПК C25D 3/56 (2006.01) Електроліт для електрохімічного синтезу покриттів сплавом кобальт-молібден-вольфрам / Сахненко М. Д., Ведь М. В., Гапон Ю. К., Ненастіна Т.О.; Заявник та власник патенту НТУ «ХП», опубл. 11.07.2016, Бюл.№ 13.
7. Hapon Y., Tregubov D., Slepuzhnikov E., Lypovyi V. Cluster Structure Control of Coatings by Electrochemical Coprecipitation of Metals to Obtain Target Technological Properties. *Solid State Phenomena*. 2022. №334. P. 70–76.

З М І С Т

Chukhlib Yu. APPROACHES TO THE FORMATION OF ESG-STRATEGY FOR OIL AND GAS COMPANIES.....	3
Danchenko Yu. M., Kondratenko O. M., Nikulesko D. S., Nikulesko A. O. JUSTIFICATION OF THE RELEVANCE OF A COMPLEX ASSESSMENT OF THE ARTILLERY IMPACT ON THE ENVIRONMENT CONDITION AS A COMBAT ACTIONS RESULT.....	7
Glibovytska N. I. PHYTOCENOTIC DIVERSITY OF GRASS COVER UNDER TRANSPORT LOADING CONDITIONS.....	11
Kurhaluk N., Tkachenko H., Lukash O., Kamiński P. BIOMARKERS OF OXIDATIVE STRESS IN THE BLOOD OF WHITE STORK (<i>CICONIA CICONIA</i>) NESTLINGS INHABITED CONTAMINATED REGIONS.....	14
Petrushka K. I., Warchol J., Petrushka I. M., Malovanyy M. S. ENVIRONMENTAL RISKS OF THE CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN UKRAINE....	18
Polituchyi O. IMPROVEMENT OF TECHNICAL MEANS OF PREPARATION AND PROCESSING OF DRILLING MUD.....	21
Telyma S. V. THE MAIN REASONS AND FACTORS OF GROUND WATERS FLOODING OF INDUSTRIAL- URBAN AGGLOMERATIONS.....	23
Tkachenko H., Kurhaluk N., Lukash O. LIPID AND PROTEIN OXIDATION IN VARIOUS TISSUES OF SEA TROUT (<i>SALMO TRUTTA M. TRUTTA L.</i>) WITH CLINICAL SIGHTS OF FURUNCULOSIS FROM THE BALTIC SEA BASIN.....	27
Аравін П. А., Карпенко Ю. О. МАКРОФІТИ РІЧКИ СТРИЖЕНЬ У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ РЛП «ЯЛІВЩИНА», ЇХ БІОІНДИКАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗНАЧЕННЯ У ПІДТРИМАННІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ.....	31
Ахметова К. В., Кочмар І. М. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МІСТА МАРІУПОЛЬ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	34
Бедункова О. О., Статник І. І., Муравинець А. О. РОЗМІРНЕ РІЗНОМАНІТТЯ КОРОПОВИХ РИБ У РІЧКОВІЙ ЕКОСИСТЕМІ.....	37
Белоконь К. В. ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ.....	41

Борецька І. Ю., Романюк О. І., Шевчик-Костюк Л. З., Джура Н. М. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І РЕМЕДІАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ.....	44
Босяк А. С. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РЕАГЕНТНИХ МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД У ГАЛУЗІ ПРИЛАДО- ТА МАШИНОБУДУВАННІ.....	47
Бредун В. І., Миколайчик Т. І. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ОПІШНЯНСЬКОЇ ТҐ.....	50
Буднік С. В. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ З АДАПТАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ КРАЇНИ ДО ЗМІН КЛІМАТУ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ....	52
Воробйова В. І., Васильєв Г. С., Трус І. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗОВАНИХ ІОННИХ РІДИН.....	56
Галактіонов М. С., Ганошенко О. М. СТАН АВТОМОБІЛЬНОГО ПАРКУ УКРАЇНИ У РОЗРІЗІ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ м. КРИВИЙ РІГ)	59
Гапон Ю. К., Трегубов Д. Г., Пономаренко Р. В., Слепужников Є. Д., Чиркіна М. А. СИНТЕЗ КАТОДНОГО МАТЕРІАЛУ З ПІДВИЩЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	63
Голік Ю. С., Серга Т. М. ІНСИНЕРАЦІЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ ПАЛИВА.....	67
Горносталь С. А., Горбань Д. Г. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У РЕГЕНЕРАТОРІ АЕРОТЕНКА.....	70
Горобець Н. В., Гальченко З. С. МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ – ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА УПРАВЛІННЯ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ.....	73
Драниця Л. М., Кофанова О. В. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТРЕНДИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ДЕЯКИХ ВИДІВ БІОПАЛИВ.....	77
Жовнір В., Юхимчук Ю. П. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ЇЇ ЕФЕКТИВНІСТЬ У СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ УКРАЇНИ.....	80

*Електронне наукове видання
комбінованого використання.
Можна використовувати в локальному та мережовому режимах.*

**III Міжнародна науково-практична конференція
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження. 2022»
1–2 грудня 2022 р.**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»
(Україна, Полтава, 1-2 грудня 2022 року)

Комп'ютерна верстка та
редагування

Наталія СМОЛЯР

Відповідальна за видання
завідувачка кафедри прикладної екології
та природокористування

Олена СТЕПОВА

Обл.-вид. арк. 21,4

Видавець: Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
36011, Полтава, Першотравневий проспект, 24
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК. №7019 від 19.12.2019 р.
