



**III INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
WATER SUPPLY AND WASTEWATER DISPOSAL:
DESIGNING, CONSTRUCTION, OPERATION AND MONITORING**

**III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ:
ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВО, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, МОНІТОРИНГ**



23–25 October, 2019, Lviv

23-25 жовтня 2019 року, м. Львів

Ministry of Education and Science of Ukraine
Representation of Polish Academy of Sciences, Kiev, Ukraine
Lublin University of Technology, Poland
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
All-Ukrainian Environmental League, Kyiv, Ukraine

Proceedings of the 3rd International
Scientific-Practical Conference

**WATER SUPPLY AND
WASTEWATER DISPOSAL:
designing, construction,
operation and monitoring**

23–25 October, 2019

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2019

Міністерство освіти і науки України
Представництво Польської академії наук у м. Києві, Україна
Університет «Люблінська політехніка», Польща
Національний університет «Львівська політехніка», Україна
Всеукраїнська екологічна ліга, м. Київ, Україна

Матеріали 3-ї міжнародної
науково-практичної конференції

**ВОДОПОСТАЧАННЯ
І ВОДОВІДВЕДЕННЯ:
проектування, будівництво,
експлуатація та моніторинг**

23–25 жовтня 2019 р.

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2019

Укладачі:

Орачевська Д., Вронська Н.

Editors:

Orachewska D., Vronska N.

Рецензенти:

Пляцук Л. Д., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної екології Сумського державного університету;

Шмандій В. М., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського;

Адаменко Я. О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Reviewers:

Prof. L. Pliatsuk, Sumy State University;

Prof. Shmandiy, Kremenchuk National University named after Michael Ostrogradskiy;

Prof. Adamenko, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas.

Матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг» / уклад.: Д. Орачевська, Н. Вронська. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 1 електрон. опт. диск (DVD).

ISBN 978-966-941-328-4

Збірник містить тези доповідей конференції, представлених на 3-й міжнародній науково-практичній конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг», яка проходила 23–25 жовтня 2019 року на базі Національного університету «Львівська політехніка».

The collection of proceedings of the conference includes participants' abstracts of III International Scientific-Practical Conference «Water Supply and Wastewater Disposal «Designing, construction, operation and monitoring» took place on 23–25 October, 2019 at Lviv Polytechnic National University.

УДК 556.11

Організатори конференції

- Представництво Польської академії наук у м. Києві, Україна
- Університет «Люблінська політехніка», м. Люблін, Польща
- Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів, Україна
- Всеукраїнська екологічна ліга, м. Київ, Україна

Науковий комітет конференції

Голова наукового комітету:

Д. т. н., проф. Собчук Г. – керівник представництва Польської академії наук в м. Києві

Секретар наукового комітету:

Д. т. н., проф. Б. Ковальська – кафедра водопостачання і водовідведення, факультет інженерії доквілля, Люблінська політехніка

Члени наукового комітету:

Д. т. н., проф. Д. Ковальські – кафедра водопостачання і водовідведення, факультет інженерії доквілля, Люблінська політехніка

Д. т. н., проф. В. Стенпневський – кафедра водопостачання і водовідведення, факультет інженерії доквілля, Люблінська політехніка

Д. т. н., проф. М. Кветневські – факультет інженерії доквілля, Варшавська політехніка

Д. т. н., проф. Я. Макія – Міжнародна асоціація з водних ресурсів, Гданська політехніка

Д. т. н., проф. Ч. Росік-Дулевська – член кореспондент ПАН, ІОІС ПАН, Забже

Д. т. н., проф. Г. Боровські – Інститут інженерії охорони доквілля, Люблінська політехніка

Д. т. н., проф. М. Мальований – кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет, «Львівська політехніка»

Д. т. н., проф. І. Петрушка – кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет, «Львівська політехніка»

Д. т. н., проф. О. Мороз – Інститут сталого розвитку ім. В.Чорновола, Національний університет «Львівська політехніка»

Д. т. н., проф. В. Погребенник – кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»

Д. т. н., доц. В. Мокрий кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет, «Львівська політехніка»

Д. т. н., проф. М. Гіроль – кафедра водопостачання і водовідведення, факультет інженерії доквілля, Люблінська політехніка, Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне

Д. т. н., проф. О. Ткачук – Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне

Д. т. н., проф. В. Ковальчук – Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне

Д. х. н., проф. Є. Кузьмінський – кафедра екобіотехнології та біоенергетики ФБТ НТУУ

Д. т. н., проф. Л. Саблій – кафедра екобіотехнології та біоенергетики ФБТ НТУУ «КП»

Д. т. н., доц. В. Чернюк – кафедра гідравліки і сантехніки, Національний університет, «Львівська політехніка»

К. т. н., доц. В. Жук – Національний університет «Львівська політехніка»

К. т. н., доц. О. Мацієвська – Національний університет «Львівська політехніка»

К. ф-м. н., доц. Р. Романюк – ЗНЦ НАН України та МОН України.

Д. т. н., проф. І. Зімох – факультет інженерії доквілля і енергетики, Сілезька політехніка

Д. т. н., проф. М. Дудзяк – факультет інженерії доквілля і енергетики, Сілезька політехніка

Д. т. н., проф. С. Верле – факультет інженерії доквілля, Сілезька політехніка

Д. т. н., проф. Райфур – Університет Опольський

Д. т. н., проф. А. Долганчик-Срудка – Університет Опольський

Д. т. н., проф. А. Гловацка – Університет Опольський

Д. т. н., проф. Зубровска-Судол – Політехніка Варшавська

Д. т. н., проф. А. Монтусєвіч – Люблінська політехніка

Д. т. н., проф. Я. Червінські – Люблінська політехніка

Д. т. н., М. Відомські – Люблінська політехніка

Д. т. н., З. Сухораб – Люблінська політехніка

Д. т. н., Г. Лагуд – Люблінська політехніка

CONFERENCE ORGANIZERS

- Representation of Polish Academy of Sciences, Kiev, Ukraine
- Lublin University of Technology, Lublin, Poland
- National University Lviv Polytechnic, Lviv, Ukraine
- All-Ukrainian Environmental League, Kyiv, Ukraine

Scientific Committee

Head of Scientific Committee:

Prof. H. Sobczuk – Head of Representation of Polish Academy of Sciences, Kiev, Ukraine

Scientific Secretary:

Prof. PL dr hab. inż. B. Kowalska Lublin University of Technology

Scientific Committee Members:

Prof. PL dr hab. inż. D. Kowalski – Lublin University of Technology

Prof. dr hab. W. Stępniewski – Lublin University of Technology

Prof. dr hab. inż. M. Kwietniewski – Warsaw University of Technology

Prof. dr hab. inż. J. Małania – IWA Poland/ Gdańsk University of Technology

Prof. dr hab. inż. Cz. Rosik-Dulewska – Członek koresp. PAN, IPIŚ PAN Zabrze

Prof. PL, dr hab. inż. G. Borowski – Lublin University of Technology

Prof., D.T.Sc. M. Malovanyy – Lviv Polytechnic National University

Prof. D.T.Sc. I. Petrushka – Lviv Polytechnic National University

Prof. D.T.Sc. O. Moroz – Lviv Polytechnic National University

Prof. D.T.Sc. V. Pohrebennyk – Lviv Polytechnic National University

Doc. D.T.Sc. V. Mokryy – Lviv Polytechnic National University

Prof. D.T.Sc. M. Hirol – PUGWiWZP, Rivne

Prof., D.T.Sc. O. Tkachuk – PUGWiWZP, Rivne

Prof., D.T.Sc. V. Kovalchuk – PUGWiWZP, Rivne

Prof. d.n.ch. Ye. Kuzminskiy – NTUU "KPI", Kiev

Prof., D.T.Sc. L. Sabliy – NTUU „KPI”, Kiev

Prof. D.T.Sc. V. Chernjuk – Lviv Polytechnic National University

Doc. dr. V. Zhuk – Lviv Polytechnic National University

Doc. dr. O. Matsiyewska – Lviv Polytechnic National University

Doc. k.n.f-m. R. Romaniuk – ZNCNANU i Ministerstwa Oświaty i Nauki Ukrainy

Prof. PŚ dr hab. inż. I. Zimoch – Silesian University of Technology

Prof. PŚ dr hab. inż. M. Dudziak – Silesian University of Technology

Prof. PŚ dr hab. inż. S. Werle – Silesian University of Technology

Prof. UO dr hab. M. Rajfur – University of Opole

Prof. UO dr hab. A. Dolhańczuk-Śródka – University of Opole

Prof. ZUT dr hab. inż. A. Głowacka – West Pomeranian University of Technology Szczecin

Prof. PW dr hab. inż. M. Żubrowska-Sudoł – Warsaw University of Technology

Prof. PL dr hab. inż. A. Montusiewicz – Lublin University of Technology

Prof. PL dr hab. inż. J. Czerwiński – Lublin University of Technology

Prof. PL dr hab. inż. M.K. Widomski – Lublin University of Technology

Prof. PL dr hab. inż. Z. Suchorab – Lublin University of Technology

Prof. PL dr hab. inż. G. Łagód – Lublin University of Technology

**ПРОЦЕСИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕМБРАННОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ
ГАЛЬВАНІЧНИХ ХРОМОВМІСНИХ РОЗЧИНІВ**

В. О. Сердюк, С. Б. Большаніна, В. І. Склабінський, К. О. Зайцева

Сумський державний університет, Суми, Україна

З метою зниження надходження в стічні води йонів важких металів та сполук шестивалентного хрому досліджено закономірності електровідновлення йонів Cd^{2+} та Zn^{2+} при їх міграції через катіонообмінну мембрану RALEX®CM-PES 11-66 в процесі електролізу хромовмісних розчинів, що застосовуються в процесах пасивації кадмієвого та цинкового гальванічних покриттів.

Метою дослідження було вивчення закономірностей та підвищення ефективності роботи мембранного електрохімічного пристрою, що здатний регенерувати склад та багаторазово збільшити час експлуатації гальванічних ванн, повторно використовувати продукти електролізу та сприятиме захисту навколишнього середовища.

Для проведення регенерації був виготовлений двокамерний електролізер, що включав анодну і катодну камери, розділені катіонообмінною мембраною із розташованими в них анодом (Pb) з розмірами 50x50x2мм та робочою анодною площею 0,375дм², і катододом (Ti) з розміром 60x20x1мм, та робочою катодною площею 0,18дм². Катодну камеру заповнювали 1% розчином сульфатної кислоти, а анодну – модельним розчином, що імітував склад ванн пасивацій, і містив: натрій дихромат 50 г/л, сульфатну кислоту 10 г/л та домішкові йони Cd^{2+} та Zn^{2+} з концентраціями (моль/л) 0,013; 0,018; 0,022; 0,027; 0,0892. Силу постійного електричного струму підтримували сталою 1,5А. При цьому катодна густина струму складала 8,32 А/дм², а анодна густина струму становила 4 А/дм². Частина мембрани, що брала участь в електролізі мала розміри 50x50мм, робоча площа мембранного обміну складала 0,25дм².

Основним критерієм, що визначає ефективність проходження процесу, є виділення кадмію та цинку у вигляді металів на катоді залежно від концентрацій йонів Cd^{2+} та Zn^{2+} в модельних розчинах анолітів при відсутності, чи наявності примусового перемішування. Для запобігання утворення нерозчинних гідроксидів кадмію та цинку в прикатодному просторі рН католіту постійно підтримувався в межах 1-2.

В результаті проведених досліджень встановлено, що із збільшенням концентрацій йонів металів в хроматних розчинах зростає, як швидкість їх міграції через катіонообмінну мембрану, так і електровідновлення на катоді. Також, досліджували вплив примусового перемішування розчину на досліджуваний процес. З цієї метою було застосовано вертикальну механічну мішалку плоско-лопатевого типу шириною 20 мм, висотою 60 мм та

товщиною 1 мм з частотою обертання $n=2,7$ об/с та швидкістю створеного потоку 54 мм/с. Вивчення закономірностей роботи мембранного електрохімічного пристрою для регенерації гальванічних розчинів показало, що швидкість електрохімічних процесів залежить від концентрації домішкових іонів в розчині та примусового перемішування примембранної зони електроліту. Одержані дані свідчать про нерівномірність виділення металів на катодах внаслідок їх нерівномірного проникнення через мембрану. Це пояснюється природою металів, будовою гідратних оболонок їх йонів та явищем концентраційної поляризації, що виникає на поверхні мембрани.

Примусове перемішування не впливає на процес перенесення йонів Zn^{2+} (концентрація 0,027 моль/л) через катіонообмінну мембрану та осадження металічного цинку на катоді. Процес переносу йонів Cd^{2+} з концентрацією 0,027 моль/л та осадження металічного кадмію збільшується на 52,6% під час примусового перемішування аноліту (Рисунок 1).

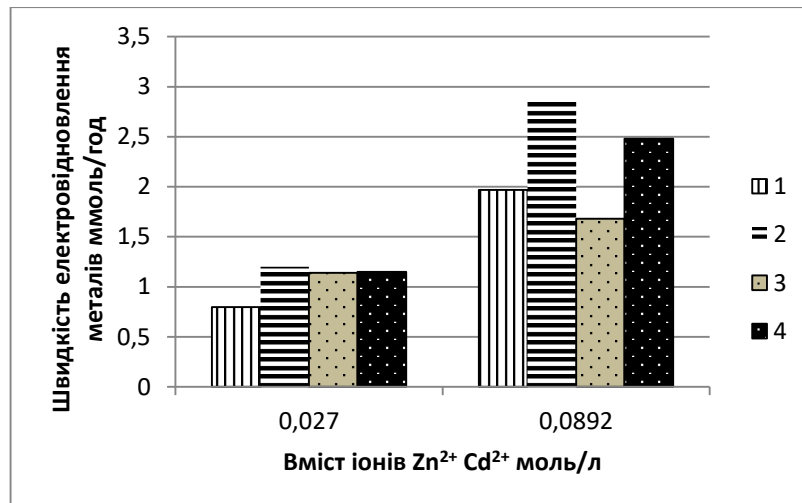


Рисунок 1. Швидкість виділення металів на катоді при різних концентраціях їх йонів в анолітах при наявності, чи відсутності примусового перемішування

- 1 – Cd^{2+} без перемішування; 2 – Cd^{2+} з перемішуванням;
3 – Zn^{2+} без перемішування; 4- Zn^{2+} з перемішуванням.

Застосування механічного перемішування аноліту сприяє підвищенню ефективності процесу, особливо, для розчинів, що містять іони кадмію. Доведено, що при підвищених концентраціях іонів кадмію і цинку в хроматному розчині застосування примусового перемішування приводить до значної інтенсифікації процесу. При цьому, ефективність відновлення металів зростає, в середньому, на 68%.

Вивчення умов, що впливають на ефективність вилучення йонів кадмію та цинку із хромовмісних розчинів дозволяють підтримувати стабільний склад ванн та повністю виключають скидання токсичних речовин, сполук важких металів в стічні води.