

**В. І. Осипенко**, д.т.н., професор,

email: [osip5906@rambler.ru](mailto:osip5906@rambler.ru)

**О. П. Плахотний**, к.т.н., доцент,

email: [pldecor@ukr.net](mailto:pldecor@ukr.net)

**О. В. Тімченко**, аспірант

email: [alec.timchenko@gmail.com](mailto:alec.timchenko@gmail.com)

Черкаський державний технологічний університет

б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

## ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ КРИТЕРІЇВ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ АНОДНОГО РОЗЧИНЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДРОТЯНИХ ЕЛЕКТРОДІВ

*Стаття присвячена розробці науково обґрунтованих методів оцінювання локалізації процесу анодного розчинення в електрохімічній комірці з циліндричним електродом. Проведено аналіз можливості застосування відомих підходів до оцінювання локалізації процесу анодного розчинення для електрохімічної комірки з циліндричним електродом. На основі комплексу експериментальних і теоретичних досліджень запропоновано, обґрунтовано та розроблено методику визначення рівня локалізації процесу електрохімічного розчинення середньовуглецевих сталей при використанні схеми обробки з циліндричними дротяними електродами та коаксіальною вертикальною верхньою подачею електроліту. Запропоновано нові критерії визначення рівня локалізації процесу, які з необхідним ступенем адекватності дозволяють оцінити вплив на локалізацію властивостей електроліту та амплітудно-часових параметрів джерела живлення.*

**Ключові слова:** електрохімічна обробка дротяним електродом, міжелектродний проміжок, коефіцієнт локалізації електрохімічного розчинення.

**Постановка проблеми.** Електрохімічна обробка є сучасним методом обробки металів. Одним із її різновидів є електрохімічна обробка дротяним електродом (ЕХОДЕ). Ця технологія обробки є перспективною через ряд виняткових переваг: можливість обробки будь-яких металів незалежно від їх твердості, виготовлення деталей складної форми, відсутність зони термічного впливу, висока якість поверхні. Тому ЕХОДЕ, як правило, використовується в комбінації з електроерозійним дротяним вирізанням.

Поєднання високої точності електроерозійної обробки та високої якості поверхні при електрохімічній обробці дозволяє створити нову конкурентоспроможну технологію для обробки струмопровідних матеріалів. Ця технологія послідовної електроерозійної та електрохімічної обробки дозволяє суттєво скоротити час обробки (порівняно з традиційною електроерозійною вирізною обробкою) та, по суті, вперше отримати можливість керувати змінювати товщину і властивості поверхневих шарів.

Проте існує ряд проблем, які стримують розвиток ЕХОДЕ як технології. Основною з

них є забезпечення високої точності відтворення профілю деталей складної форми зі збереженням високої швидкості обробки та необхідної якості отриманих поверхонь. Проблема криється в розподілі густини струмів у міжелектродному проміжку (МЄП), при використанні відносно малих діаметрів (0,1–0,3 мм) дротяних електродів. Величина, тривалість дії та характер розподілу густини струму суттєво визначає як швидкість обробки, так і показники якості отриманої поверхні. Особливо гостро це питання постає при обробці складно-профільних деталей, де, на відміну від традиційної електрохімічної обробки (ЕХО), за умов ЕХОДЕ технологічна можливість локалізувати процес обробки, а отже забезпечити відносно невелику зону розтікання технологічного струму, практично визначає керованість процесу і його кінцеві результати.

Виходячи з наведеного, ця робота присвячена проблемі створення науково обґрунтованих методів оцінювання локалізації процесу анодного розчинення в електрохімічній комірці з циліндричним електродом.

**Мета** – вибрати, обґрунтувати та оцінити ступінь адекватності критеріїв оцінювання

локалізації процесу анодного розчинення при використанні технологій електрохімічної обробки дротяним електродом.

#### Задачі:

1. Проаналізувати можливості застосування відомих підходів до оцінювання локалізації процесу анодного розчинення для електрохімічної комірки з циліндричним електродом.

2. Запропонувати, обґрунтувати та розробити методику визначення рівня локалізації електрохімічного розчинення при обробці дротяним електродом за критеріями, які, з необхідним ступенем адекватності, дозволяють оцінити вплив на локалізацію властивостей електроліту та параметрів джерела живлення.

**Аналіз останніх досліджень.** Як уже відомо, для забезпечення високої швидкості обробки використовують активуючі електроліти з великою електропровідністю, в той час як для отримання високоякісної поверхні користуються пасивуючими електролітами з меншою електропровідністю [1–5].

Існує кілька методів визначення локалізуючої здатності ЕХО, тобто точності відтворення форми деталі при електрохімічній обробці. Найбільш часто застосовується логарифмічний індекс розсіювання (ЛІР), запропонований Д. Т. Чіном для технологічного процесу електроосадження [6, 7]. Він знайшов, що серед кількох використовуваних функцій, рівняння

$$M = L^{1/A}, \quad (1)$$

де  $M$  – відношення мас осажденного металу на поверхнях з більшим  $l_f$  і меншим  $l_n$  між-електродним проміжком,  $L$  – відношення  $l_f/l_n$  або  $i_n/i_f$ ,  $i_n$  – первинна густина струму на поверхні анода на меншому МЕР, коли там немає поляризації,  $i_f$  – первинна густина струму на більшому МЕР за тих же умов,  $A$  – логарифмічний індекс розсіювання: обернений нахил графіка  $\log M$  від  $\log L$ .

Ця залежність показала найкраще узгодження з експериментальними даними і зберегла умову «єдиного» параметра для опису системи, що є важливим для практичного використання в ЕХО. Проте первинний розподіл струму на електроді в електролітичній ванні значною мірою визначається геометрією ванни, її розміром, формою і розміщенням електродів у ванні. Електрохімічна комірка Херінг-Блума, яка найчастіше використовується для визначення розсіюючої здатності, накладає обмеження на застосування рівняння (1) і унеможливує його використання для елект-

ролітичних ванн з іншими геометричними параметрами. На практиці, реальний вихід по струму вздовж електрода має тенденцію ставати більш рівномірним через різні поляризаційні ефекти і змінну густина струму. Також впливають на розподіл струму в МЕР зміни первинного розподілу густини струму вздовж оброблюваної зони.

Отже, значення ЛІР, яке визначається за допомогою відношень між плоским електродом і деталлю та дає інтегральну характеристику локалізації процесів ЕХО, не може бути ефективним критерієм оцінювання локалізації при ЕХОДЕ. Це пов'язано з тим, що конфігурація напруженості електричного поля в електрохімічній комірці з циліндричним електродом є складною нелінійною залежністю від величини МЕР та діаметра дроту [8, 9], що практично усуває можливість адекватно оцінити вплив складу електроліту та амплітудно-часових параметрів джерела живлення (АЧПДЖ) на локалізованість процесу розчинення.

В роботах [9, 10] автори спробували вирішити проблему підвищення точності електрохімічного формоутворення шляхом введення безрозмірних геометричних критеріїв, які визначалися на основі аналізу геометрії порожнини, утвореної електрохімічним розчиненням торця нікелевої фольги. Аналіз виконувався за допомогою комп'ютерної обробки отриманих фотографій. Запропонований підхід та обрані геометричні безрозмірні критерії дозволили авторам виявити суттєвий вплив АЧПДЖ на точність відтворення форми електрода-інструмента. Спроба використати чисто геометричні критерії для оцінювання рівня впливу АЧПДЖ та складу електроліту на локальність процесу розчинення в електрохімічній комірці з циліндричним електродом виявила їх низьку інформативність, знову ж таки, через проблеми зі змінами конфігурації напруженості електричного поля в зоні обробки.

Таким чином, відсутність обґрунтованих критеріїв оцінювання локалізації процесу анодного розчинення при використанні технологій ЕХОДЕ робить проблематичним точний теоретичний розрахунок технологічних параметрів процесу обробки. Це сприяє використанню чисто емпіричних підходів до вибору параметрів обробки, що стримує розвиток ЕХОДЕ як технології.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводились у ванні модифікованого електроерозійного верстата СЕЛД-02М. Катод являв собою латунний дріт-електрод Л63, об-

роблювана деталь (анод) – прямокутна пластина товщиною 10 мм зі Сталі 45. Попередньо із серії дослідів було вибрано наступні параметри, при яких отримували найкращу якість поверхні на даній сталі, а саме: діаметр дроту – 0,15 мм, різниця потенціалів між електродами  $\Delta\varphi = 4$  В, частота імпульсів  $f = 1$  кГц, тривалість імпульсів струму  $t = 300$  мкс, електроліт – 6% водний розчин NaCl, температура електроліту  $T = 30^\circ\text{C}$ , тиск у соплі  $P = 0,2$  МПа, тривалість процесу на кожній позиції  $\tau = 300$  с. Дослідження проводились на величинах МЕР 0,5; 0,3; 0,2; 0,1; 0,05 мм. Схему робочої зони зображено на рис. 1.

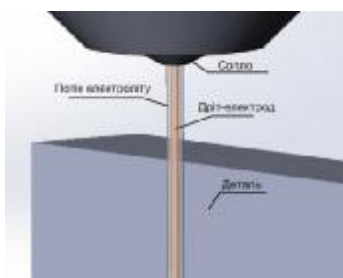


Рис. 1. Схема робочої зони при ЕХОДЕ у ванні модифікованого верстата СЕЛД-02М

У ході експериментів нерухомий дріт-електрод за допомогою керованих приводів верстата встановлювався напроти кожної позиції на задану величину початкового МЕР. При подачі напруги на електроди в електроліті, в момент дії струму, виникає електричне поле, розподіл якого залежить, в першу чергу, від початкової величини МЕР, діаметра електрода та параметрів електроліту. В свою чергу, отриманий розподіл потенціалу визначає конфігурацію напруженості електричного поля на поверхні анода, відповідну їй густину «фарадеєвського» струму  $i$ , як наслідок, швидкість видалення матеріалу у відповідному місці заготовки [11, 12]. На поверхні деталі утворюються канавки (рис. 2), профіль яких корелює з розподілом струмів у МЕР.

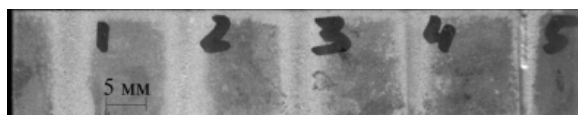


Рис. 2. Зразок обробленої пластини з канавками при використанні дроту діаметром 0,15 мм; МЕР, мм: 1 – 0,5; 2 – 0,3; 3 – 0,2; 4 – 0,1; 5 – 0,05

Було отримано профілограми канавок на поверхні (рис. 3) за допомогою профілометра моделі ПМ-210 (ЧНПП «Мікротех», м. Харків, Україна).

Отримані профілограми аналізувались за допомогою графічних програм, профіль канавок оцифровувався, будувався реальний профіль експериментально отриманої канавки (крива 1, рис. 4).

Розподіл густини підведеного струму (крива 2, рис. 4) на поверхні аноду в початковий момент часу (первинний розподіл технологічного струму) для системи циліндричний дріт-катод – плоский анод отримано за точним аналітичним розв'язком із застосуванням конформних відображень теорії функцій комплексних змінних, детально описаним в [9, 11].

Теоретично розрахований профіль канавки (крива 3, рис. 4) отримано чисельно за методом кінцевих елементів у середовищі розрахункового пакета COMSOL Multiphysics в модулі Electrochemistry. Часовий проміжок 300 с (згідно умов експерименту) розбивався на проміжки з кроком 1 с. Для кожного моменту часу розраховувався отриманий профіль поверхні анода та перераховувався розподіл густини технологічного струму. Таким чином було отримано динаміку перерозподілу підведеного струму в часі при зміні рельєфу поверхні анода в процесі електрохімічного розчинення. В рамках застосованої математичної моделі не врахований вплив поляризаційних ефектів на поверхні анода та дифузійних змін в МЕР.

З точки зору керованості і відповідно до необхідних параметрів ЕХОДЕ, в кожному окремому технологічному випадку бажано отримати мінімально можливу зону розтікання струму по поверхні анода та максимально можливий градієнт залежності швидкості розчинення від відстані точок деталі до точок поверхні електрода. Відповідно, більш високому рівню локалізації процесу відповідає технологічний випадок (рис. 5), коли активне електрохімічне розчинення відбувається лише в зоні I, в зоні II воно мінімальне, а в зоні III відсутнє, при цьому зони I та II повинні мати мінімально можливий розмір.

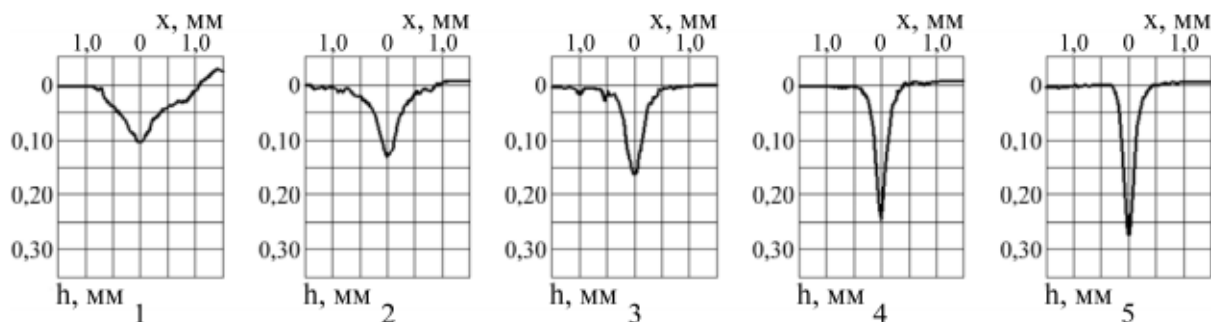


Рис. 3. Профілограми зразка обробленої пластини при використанні дроту діаметром 0,15 мм; МЕР, мм: 1 – 0,5; 2 – 0,3; 3 – 0,2; 4 – 0,1; 5 – 0,05

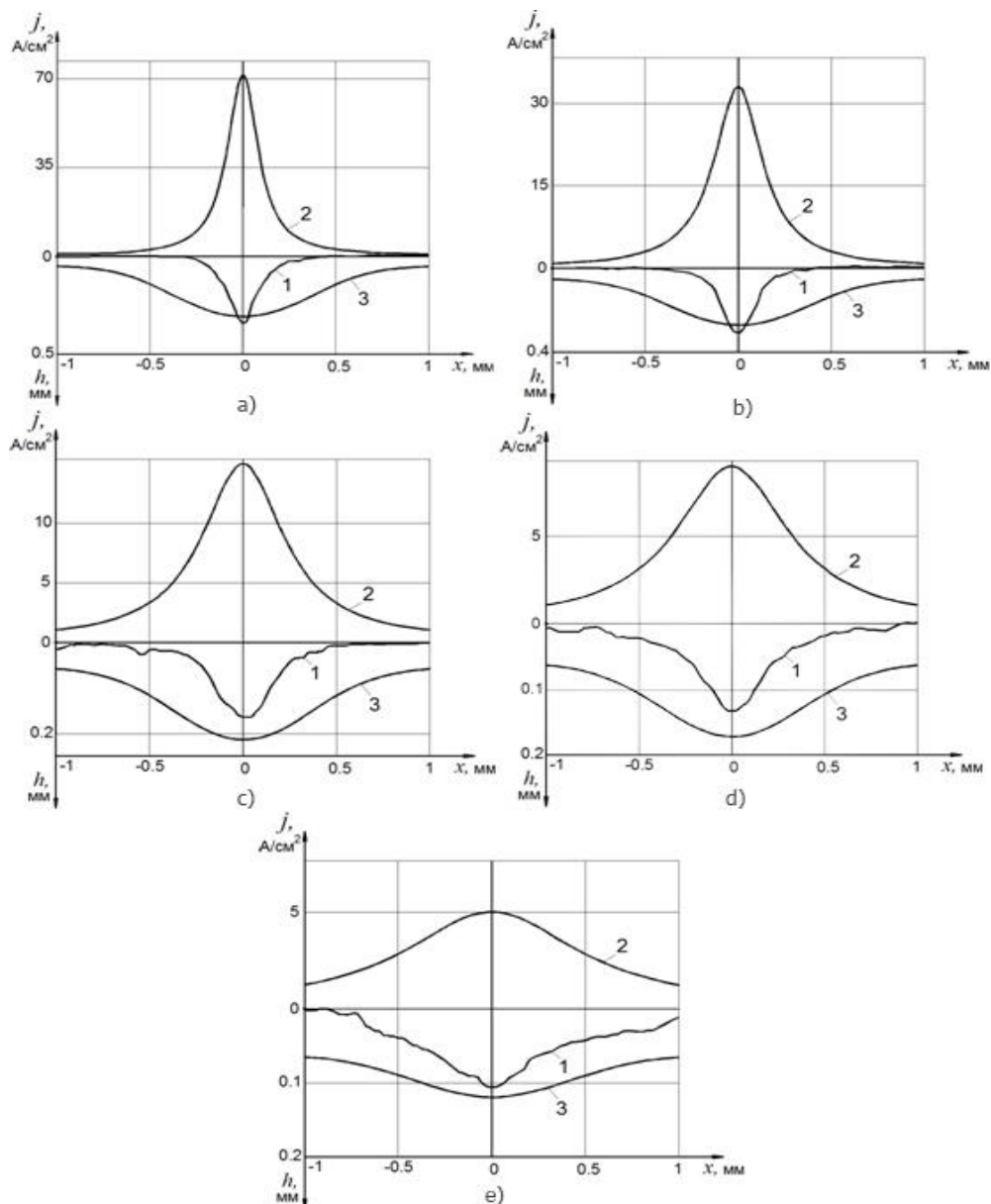
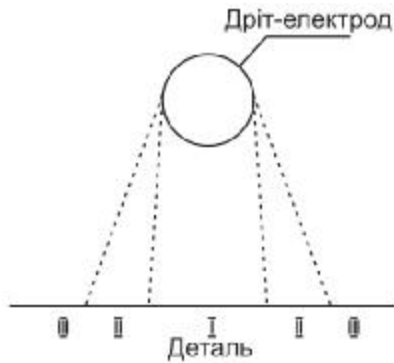


Рис. 4. Профіль експериментально отриманої канавки (крива 1), розподіл густини підведеного струму на поверхні аноду (крива 2), теоретично розрахований профіль канавки (крива 3) для різних значень МЕР, мм: а) – 0,05; б) – 0,1; в) – 0,2; д) – 0,3; е) – 0,5



**Рис. 5.** Принципова схема оцінювання рівня локалізації процесу анодного розчинення при використанні технологій ЕХОДЕ

Враховуючи вищесказане і представлені на рис. 4 експериментальні та розрахункові дані, було висунуто гіпотезу про те, що для оцінювання впливу складу електроліту та АЧПДЖ на локальність процесу розчинення як критерії варто використовувати величину зони розчинення (ширину отриманої канавки, яка для кращої локалізації і керованості процесу має бути якомога меншою по ширині і більш глибокою) та порівняння ексцесів ( $Es$ ) як показників гостровершинності розподілу густини струму по поверхні анода і розподілу активності розчинення по поверхні анода. Саме оцінювання зміни ( $Es$ ) дозволяє вичленити вплив конфігурації напруженості електричного поля в електрохімічній комірці з циліндричним електродом, яка обумовлена величиною МЕР та діаметром дроту, і відповідно шляхом порівняння результатів різних експериментів визначити вплив складу електроліту та АЧПДЖ на локальність процесу розчинення.

Для кількісного оцінювання фізико-хімічного процесу розчинення на поверхні анода скористаємося статистичним ймовірнісним підходом. Нехай елементарний акт відщеплення іона металу з поверхні анода є подією. Ознакою цієї події приймемо координату  $x$  місця, де відбулося відщеплення. Тоді сукупність подій може бути представлена у вигляді розподілу з кількісними ознаками, тобто за допомогою гістограми. Профіль експериментально отриманої канавки (крива 1 рис. 4), який утворився внаслідок проходження сукупності елементарних подій розчинення, відтворює картину розподілу ознак подій, де координати  $x$  – їх місця проходження. Так, наприклад, максимальна глибина канавки під

центром катода означає, що подій з ознакою  $x=0$  відбулося найбільше.

Обчислення значення ексцесу  $Es$  розподілу активності розчинення здійснюється за такими формулами:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i h_i}{\sum h_i}, \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot h_i}{\sum h_i}}, \quad (3)$$

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 \cdot h_i}{\sum h_i}, \quad (4)$$

$$Es = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3, \quad (5)$$

де  $h_i$  – глибина канавки в точці з координатою  $x_i$ ,  $\bar{x}$  – середнє значення,  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення,  $\mu_4$  – центральний момент четвертого порядку.

Використовуючи наведений підхід, розраховано ексцеси експериментального профілю канавки, розподілу густини підведеного струму на поверхні анода та теоретично розрахованого профілю. Скориставшись можливостями графічних програм, визначено ширину отриманих канавок і за площами теоретичного та експериментального профілів канавки – коефіцієнт виходу за струмом. Отримані результати представлені в табл. 1.

Детально проаналізувавши отримані дані, можливо стверджувати таке:

1. Параметр  $Es$  адекватно відображає реальні характеристики розподілу густини струму і характеристики отриманої геометрії канавки на аноді в початковий момент часу та добре корелює з шириною отриманих канавок для кожної величини МЕР. В усіх технологічних випадках для обраного електроліту та АЧПДЖ (електроліт – 6 % водний розчин NaCl, різниця потенціалів між електродами  $\Delta\varphi = 4$  В, частота імпульсів  $f = 1$  кГц, тривалість імпульсів струму  $t = 300$  мкс)  $Es$  експериментального профілю канавки є більш високим за  $Es$  розподілу густини струму на аноді. Таким чином підтверджується гіпотеза про те, що можна кількісно оцінити і, відповідно, вичленити вплив конфігурації напруженості електричного поля в електрохімічній комірці з циліндричним електродом, яка обумовлена величиною МЕР та діаметром дроту (при їх фіксації). Як результат, планово варіюючи електроліти та АЧПДЖ, за зміною величин  $Es$  та ширини канавок можливо визначити їх вплив на градієнт

залежності швидкості розчинення від відстані точок деталі до точок поверхні електрода та на зону розтікання струму по поверхні, тобто на локальність процесу розчинення (зростання

локальності процесу розчинення підвищує керованість та ефективність згладжування мікронерівностей).

Таблиця 1

### Параметри ЕХОДЕ, що визначають рівень локалізації процесу

МЕР, мм	Ексцеси ( $E_s$ )			Коефіцієнт виходу за струмом	Ширина канавки, мм
	Розподіл густини струму на аноді в початковий момент	Експериментальний профіль канавки	Теоретично розрахований профіль канавки	Оцінка за площами теоретичного та експериментального профілів канавки	
0,05	4,156	6,615	-0,179	0,117	0,6
0,1	2,024	5,087	-0,307	0,239	0,95
0,2	0,564	2,933	-0,533	0,286	1,4
0,3	-0,032	0,412	-0,707	0,311	1,9
0,5	-0,56	-0,436	-0,931	0,477	2,1

2. В усіх експериментах отриманий профіль суттєво відрізняється від теоретично розрахованого. Це пояснюється неможливістю врахувати у використаній моделі:

– коефіцієнт виходу за струмом (в обчисленнях приймався рівним 1. Відзначимо суттєве зростання експериментально визначеного коефіцієнта виходу за струмом зі зростанням МЕР і відповідне зменшення розходжень між отриманим профілем і теоретично розрахованим, що, найбільш вірогідно, пов'язано з покращенням промивання МЕР на відносно великих зазорах);

– реальні варіації коефіцієнта електрохімічного розчинення структурно змінених поверхневих шарів після електроерозійної обробки сталі.

Окрім цього, для обраних електроліту та АЧПДЖ, за відносно невеликих градієнтів потенціалу, розчинення не відбувається.

Додатково варто відзначити наявність ймовірнісної складової в процесі розчинення, обумовленої поляризацією, дифузійними процесами, супутніми хімічними реакціями, вплив яких описати точно поки що не вдається.

#### Висновки:

1. Доведено відсутність обґрунтованих, адекватних критеріїв оцінювання локалізації процесу анодного розчинення при використанні технологій ЕХОДЕ.

2. Підтверджено суттєвий вплив на локалізацію процесу ЕХОДЕ величини МЕР.

3. На основі комплексу експериментальних і теоретичних досліджень представлено методика, де як критерії оцінювання ло-

калізації процесу анодного розчинення при ЕХОДЕ використовують величини зони розчинення та ексцесів ( $E_s$ ) розподілу густини струму й активності розчинення по поверхні анода. Їх комплексне використання забезпечує принципову можливість кількісно описати та виокремити вплив на локальність процесу розчинення конфігурації напруженості електричного поля в електрохімічній комірці з циліндричним електродом, яка обумовлена величиною МЕР та діаметром дроту і, відповідно, адекватно оцінити внесок параметрів електроліту та АЧПДЖ у рівень локалізації процесу розчинення.

4. Отримані наукові результати є підґрунтям для подальших досліджень впливу характеристик електроліту та АЧПДЖ на ефективність технологій ЕХОДЕ.

#### Список літератури

1. Галанин С. И. Электрохимическая обработка металлов и сплавов микросекундными импульсами тока / С. И. Галанин. – Кострома, 2001. – 119 с.
2. Багоцкий В. С. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий. – М. : Химия, 1988. – 400 с.
3. Основы теории и практики электрохимической обработки металлов и сплавов / [М. А. Толстая, М. В. Щербак, А. П. Анисимов и др.]. – М., 1981, – 263 с.
4. Мороз И. И. Электрохимическая обработка металлов / И. И. Мороз. – М. : Машиностроение, 1969. – 208 с.
5. Micro wire electrochemical machining with an axial electrolyte flow / W. Shaohua,

- Z. Yongbin, L. Yong, Z. Di. // Springer-Verlag London. – 2011. – Vol. 65. – P. 25–32.
6. Chin D. T. Logarithmic throwing power index for measurements of throwing powers / D. T. Chin // *J. Electrochem. Soc.* – 1971. – 118 (5). – P. 818–821.
  7. Subramanian R. Significance of logarithmic throwing index: a theoretical approach / R. Subramanian // *Journal of Applied Electrochemistry.* – 1976. – V. 6 (1). – P. 15–22.
  8. Демьянцева Н. Г. Оценка точности формообразования при электрохимической обработке металлов / Н. Г. Демьянцева, С. М. Кузьмин, А. В. Балмасов // *Электронная обработка материалов.* – 2012. – 48 (3). – С. 46–49.
  9. Житников В. П. Импульсная электрохимическая размерная обработка / В. П. Житников, А. Н. Зайцев. – М. : Машиностроение, 2008. – 413 с.
  10. Calculation of the parameters of the technological current density distribution during wire electrode electrochemical processing / V. I. Osipenko, D. O. Stupak, O. A. Trigub, A. V. Bilan // *Surface Engineering and Applied Electrochemistry.* – 2012. – Vol. 48, No. 2, pp. 105–110. – ISSN 1068-3755.
  11. Осипенко В. И. Исследование процессов съема материала при электрохимической размерной обработке проволочным электродом / В. И. Осипенко, А. П. Плахотный, А. В. Билан // *Вісник СевНТУ : зб. наук. праць.* – 2011. – С. 107–112.
  12. Билан А. В. Послідовна електроерозійна та електрохімічна обробка сталей незмінним дротяним електродом : дис. канд. техн. наук : 05.03.07 / Билан А. В. – Черкаси, 2013. – 133 с.
  3. Tolstaya, M. A. Scherbak, M. V. Anisimov, A. P. et al. (1981) Fundamentals of theory and practice of electrochemical machining of metals and alloys. Moscow, 263 p. [in Russian].
  4. Moroz, I. I. (1969) Electrochemical machining of metals. Moscow: Mashinostroenie, 208 p. [in Russian].
  5. Shaohua, W., Yongbin, Z., Yong, L. and Di, Z. (2011) Micro wire electrochemical machining with an axial electrolyte flow. *Springer-Verlag London*, (65), pp. 25–32.
  6. Chin, D. T. (1971) Logarithmic throwing power index for measurements of throwing powers. *J. Electrochem. Soc.*, 118 (5), pp. 818-821.
  7. Subramanian, R. (1976) Significance of logarithmic throwing index: a theoretical approach. *Journal of Applied Electrochemistry*, 6 (1), pp. 15–22.
  8. Demyantseva, N. G., Kuzmin, S. M. and Balmasov, A. V. (2012) Evaluation of accuracy of shaping in electrochemical machining of metals. *Elektronnaya obrabotka materialov*, 48 (3), pp. 46–49 [in Russian].
  9. Zhitnikov, V. P. and Zaitsev, A. N. (2008) Pulse precision electrochemical machining. Moscow: Mashinostroenie, 413 p. [in Russian].
  10. Osipenko, V. I., Stupak, D. O., Trigub, O. A. and Bilan, A. V. (2012) Calculation of the parameters of the technological current density distribution during wire electrode electrochemical processing. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, Vol. 48, No. 2, pp. 105–110, ISSN 1068-3755.
  11. Osipenko, V. I., Plahotnyiy, A. P. and Bilan, A. V. (2011) Investigation of material removal processes in electrochemical machining using wire electrode. *Visnyk SevNTU*, pp. 107–112 [in Russian].
  12. Bilan, A. V. (2013) Sequential electrodischarge and electrochemical machining of steel using unchanged wire electrode: diss. of Ph.D. in Engineering: 05.03.07. Cherkasy, 133 p. [in Ukrainian].

### References

1. Galanin, S. I. (2001) Electrochemical machining of metals and alloys using microsecond pulse current. Kostroma, 119 p. [in Russian].
2. Bagotskiy, V. S. (1988) Fundamentals of electrochemistry. Moscow: Himiya, 400 p. [in Russian].



**V. I. Osipenko**, *D.Sc., professor*,  
e-mail: [osip5906@rambler.ru](mailto:osip5906@rambler.ru)

**O. P. Plakhotnyi**, *Ph.D., associate professor*,  
e-mail: [pldecor@ukr.net](mailto:pldecor@ukr.net)

**O. V. Timchenko**, *postgraduate student*  
e-mail: [alec.timchenko@gmail.com](mailto:alec.timchenko@gmail.com)

Cherkasy State Technological University  
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

## EVALUATION CRITERIA ADEQUACY OF PROCESS LOCALIZATION OF ANODIC DISSOLUTION USING WIRE CYLINDRICAL ELECTRODES

*For a significant expand of technological capabilities of electrical wire cut for the purpose of obtaining high-performance surfaces with roughness parameters up to  $R_a < 0.1$  microns and controllable properties of surface layers the development of combined treatment methods based on different mechanisms of workpiece material destruction is required. Considering technical and technological features of electrical wire cutting the method of wire electrode electrochemical machining (WEECM) has been recognized with sufficient justification to be the most effective method of finishing. The main problem of new hybrid technology consists in very limited data on physical and chemical laws of electrochemical machining process using wire electrode, which would allow to adapt it for efficient use in electrical wire cut without compromising high-end precision machining ( $\pm 0,005$  mm). It is particularly important when parts have intricate shapes and, unlike traditional ECM, need to be machined with high accuracy. Only WECM provides an opportunity to localize technological process and thus provide a relatively small area for spreading of current, which practically defines the process control and its final results. This work is devoted to the problem of creating scientifically based methods for assessing the process of anodic dissolution localization in electrochemical cell with a cylindrical wire electrode.*

**Goal.** *The goal is to select, substantiate and assess the adequacy of the criteria for evaluating the process localization of anodic dissolution using wire electrochemical machining technology.*

### **Formulation of the problem.**

1. *To analyze the possibilities of applying the known approaches to assessing of the process localization of anodic dissolution in electrochemical cell with a cylindrical electrode.*

2. *To offer, substantiate and develop a method for determining the localization of electrochemical dissolution of ECM with wire electrode using the criteria that with necessary degree of adequacy assess the impact of electrolyte properties and power supply parameters on the localization.*

*Based on complex experimental and theoretical studies the method of determining the level of the process localization of electrochemical dissolution of medium carbon steels using machining scheme with cylindrical wire electrodes and coaxial upper vertical electrolyte feed is suggested, substantiated and developed. Based on the results, new criteria for determining the level of process localization, which with necessary degree of adequacy assess the impact of electrolyte properties and amplitude-time parameters of power supply on the localization, are suggested.*

**Keywords:** *electrochemical machining with wire electrode, interelectrode gap, coefficient of electrochemical dissolution localization.*

*Статтю представляє д.т.н., професор В. І. Осипенко, Черкаський державний технологічний університет.*