

ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПРИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНІЙ РОЗМІРНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛІ

Е.В.Самійленко, студент

А.С.Шестоपालько, студент

С.Л.Сафронов, кандидат технічних наук, доцент

Миколаївський державний аграрний університет

Розглянуто можливості застосування методу електрохімічної розмірної обробки при ремонті і відновленні деталей. Виявлено особливості формування оброблюваної поверхні. Запропоновано методику розрахунку технологічних параметрів процесу.

Рассмотрены возможности применения метода электрохимической размерной обработки при ремонте и восстановлении деталей. Выявлены особенности формирования обрабатываемой поверхности. Предложена методика расчета технологических параметров процесса.

Одним з найбільш перспективних процесів у машинобудуванні є розмірна електрохімічна обробка, яка застосовується при виготовленні деталей з матеріалів, які важко обробляти і, особливо, деталей складної геометричної форми. На наш погляд, не менш ефективним є використання ЕХРО також і в ремонтному виробництві при відновленні геометрії і розмірів базових деталей, а також деталей складної форми, після нанесення компенсуючих металевих покриттів.

Точність обробки залежить від ряду технологічних і фізико-хімічних параметрів процесу, що визначають умови формування поверхні деталі.

При проходженні електричного струму через деталь-електролит-інструмент поверхня анода-деталі розчиняється і приймає нову геометричну форму.

Для пояснення механізму формування отримуваної поверхні розглянемо схему (рис.1). У даному випадку формується поверхня плавного криволінійного профілю.

У перший момент зніматиметься шар металу (заштрихований прямокутник AA_1B_1B), паралельний робочій поверхні інструменту. Потім шлях струму від інструменту до ділянки A_1B_1 зростає і,

отже, зросте опір електроліту. Струм розподілиться таким чином, що його велика частина піде до ділянок AA_1 і BB_1 , метал на цих ділянках розчинятиметься інтенсивніше, ніж на ділянці A_1B_1 , в результаті утворюватимуться ділянки з криволінійною поверхнею CA_1 і B_1D .

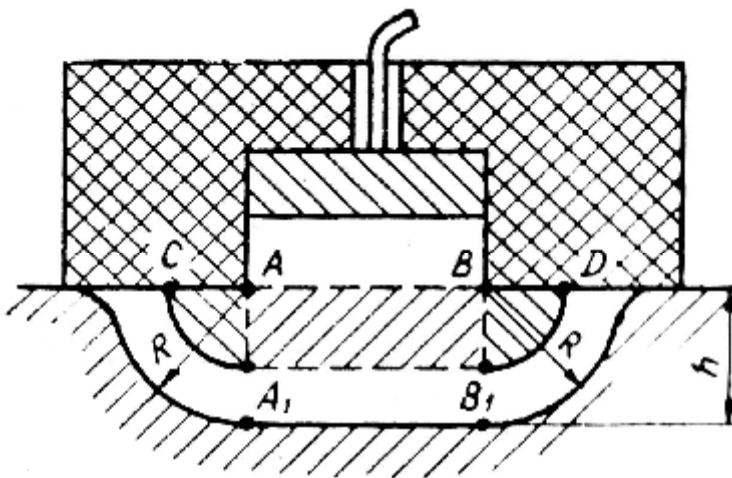


Рис. 1. Схема формування поверхні анод-деталі в процесі ЕХРО

Характер цих кривих визначається умовою: довжина шляху електричного струму до ділянок CA_1 і B_1D повинна бути такою ж, як і до ділянки A_1B_1 .

Насправді процес розчинення металу по всьому контуру йде одночасно, тому інтенсивніше розчиняються ділянки, що розташовані найближче до робочої поверхні інструменту, і менш інтенсивно розчиняються ділянки, які більш віддалені від неї.

У процесі розчинення металу повинна утворитися така поверхня, щоб опір електричному струму був однаковим.

Отримувана форма поверхні залежить від характеру електричного поля в електроліті, яке визначається профілем інструменту, розсіюючою здатністю електроліту і величиною зазору між виробом і інструментом.

Однією з важливих характеристик будь-якої електрохімічної системи є параметри масопереносу, які регламентують основне рівняння процесу. Для визначення залежності об'єму розчиненого металу від часу протікання процесу розглянемо схему, представлену на рис.2.

У даному випадку дві металеві пластини розташовані паралельно. Між пластинами, до яких підведено постійний електричний струм, протікає робочий електроліт шаром, що дорівнює між-електродному зазору.

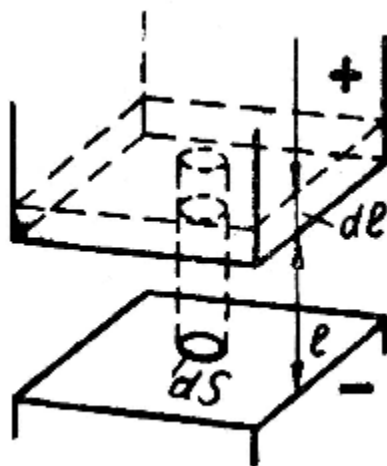


Рис. 2. Схема протікання процесу при накладенні електричного поля

Відстань між пластинами достатньо мала у порівнянні з їх лінійними розмірами, тому (без урахування спотворення електричного поля у країв пластин) можна рахувати електричне поле між пластинами однорідним. При проходженні електричного струму через електроліт пластина, що є анодом, розчинятиметься. Оскільки електричне поле між пластинами однорідне, розчинення анода за часом відбуватиметься паралельними шарами. Кількість розчиненого металу виражається:

$$Q = C_1 \cdot I \cdot t. \quad (1)$$

У міру розчинення анода відстань між анодом і катодом ℓ збільшується, а значить, збільшуватиметься опір електроліту. Оскільки при обробці напруга електричного струму, що підводиться, постійна, то сила електричного струму зменшуватиметься, і процес розчинення анода сповільнюватиметься.

Потрібно знайти час розчинення анода на задану величину. Виділимо елементарно малий майданчик dS і розглянемо розчинення анода на цьому майданчику.

Кількість розчиненого металу dQ на елементарно малому майданчику dS за елементарно малий проміжок часу dt згідно з формулою (1) буде:

$$dQ = C_1 \cdot I \cdot dt \quad (2)$$

Виразимо кількість розчиненого металу dQ через розміри елементарно малого об'єму і питому вагу γ , тоді:

$$\gamma \cdot dS \cdot d\ell = C_1 \cdot I \cdot dt \quad (3)$$

Як вже було сказано вище, сила струму I — величина змінна і є функцією відстані ℓ . Знайдемо значення функції: $I = I(\ell)$. Згідно з законом Ома $I = U/R$, у свою чергу $R = \ell/p \cdot dS$, отже

$$I = U \cdot p \cdot dS / \ell. \quad (4)$$

Підставимо знайдене значення I в рівняння (3):

$$\delta \cdot dS \cdot d\ell = C_1 \cdot U \cdot p \cdot dS \cdot dt / \ell.$$

У остаточному вигляді маємо:

$$\delta \cdot dS \cdot d\ell = C_1 \cdot U \cdot p \cdot dS \cdot dt / \ell. \quad (5)$$

Рівняння (5) — основне диференціальне рівняння процесу. Межі інтеграції рівняння визначаються з початкових умов.

На початку процесу відстань між пластинами була $\ell = a$, час зняття металу був $t = 0$; в кінці процесу повинен бути знятий

шар металу товщиною h , отже, відстань між пластинами зростає і стає $\ell = a + h$, процес триває протягом часу t .

Підставивши межі інтеграції по товщині від a до $a + h$ і за часом процесу від 0 до t , проінтегруємо, і після скорочення і перетворення отримаємо:

$$h^2 + 2ah - 2 \cdot C_1 \cdot U \cdot p \cdot t / \delta = 0, \quad (6)$$

що і характеризує залежність між товщиною шару розчиненого металу і часом процесу розчинення.

Для ефективного впровадження ЕХРО в технологічні процеси ремонтно-відновлювального виробництва і створення спеціалізованого технологічного оснащення для обробки широкої номенклатури зношених деталей необхідною умовою є оцінка ступеню та якості обробітки різних матеріалів за цим методом.

Якість оброблення при виготовленні деталей є важливою технічною характеристикою матеріалу, яка визначається комплексом його механо-фізико-хімічних властивостей і оцінюється [1] продуктивністю процесу, його енергоємністю, якістю обробленої поверхні, тобто її рельєфом, а також комплексними властивостями матеріалів в поверхневому шарі і сукупністю експлуатаційних показників обробленої деталі: втомною міцністю, зносостійкістю, корозійною стійкістю тощо.

У ремонтно-відновлювальних технологіях (при ЕХРО зношених деталей) можуть бути використані основні аналітичні залежності машинобудівних технологій з урахуванням поправок, що враховують фактичний стан оброблюваних деталей.

Ефективність процесу оцінюється певними показниками, найважливішими з яких є електрохімічний еквівалент оброблюваного матеріалу, вихід по струму, продуктивність, об'ємна продуктивність і швидкість розчинення. Продуктивність ЕХРО

$$M = m_0 - m / Ft, \quad (7)$$

де m_0, m – маса зразка відповідно до і після ЕХРО, г;

F – оброблена площа, см^2 ;

t – тривалість оброблення, хв.

Об'ємна продуктивність

$$Mv = 1000M/\gamma i, \quad (8)$$

де γ – щільність матеріалу, г/см³;

i – щільність струму, А/см².

Знаючи продуктивність, можна розрахувати значення виходу по струму

$$\eta = 60M/i\varepsilon, \quad (9)$$

i швидкість подачі електроду-інструменту:

$$v_p = 10M/\gamma. \quad (10)$$

Енергоємність процесу ЕХРО

$$\Theta = Ui/60M, \quad (11)$$

де U – технологічна напруга, В.

Зі всієї сукупності похибок найбільш важливою для оброблюваних матеріалів і сплавів методом ЕХРО є її шорсткість, для якої характерна відсутність спрямованості слідів оброблення. Унаслідок нерегулярного характеру інтерференційної картини після ЕХРО і відсутності спрямованості слідів оброблення шорсткість може вимірюватися щуповими приладами, зокрема профілографом-профілометром.

У певних умовах процесу ЕХРО властиве довірення на обробленій поверхні специфічних дефектів типу струмування, пітінгів тощо, які можна назвати макрогеометричними дефектами. Вигляд і закономірності їх виникнення при ЕХРО значною мірою залежать від властивостей оброблюваного матеріалу.

На підставі сказаного можна зробити висновок, який буде враховуватися при розробці оснащення, про те, що процесу ЕХРО властиві наступні особливості:

- можливість видаляти припуск одночасно по всій оброблюваній поверхні;

- можливість проводити оброблення, як з постійною, так і змінною швидкістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Седыкин Ф.В. Технология и экономика электрохимической обработки. – М.: Машиностроение, 1980. – 192 с.
2. Электрохимическая обработка металлов / И.И. Мороз и др. – М.: Машиностроение, 1969. – 280 с.