

CZU 621.9.048.4

APLICĂRI ALE ELECTROEROZINII ÎN DEZVOLTAREA TEHNOLOGIILOR FINE DE PRELUCRARE SUPERFICIALĂ A PIESELOR

Topală Pavel

În lucrare sînt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind interacțiunea plasmăi descărcării electrice în impuls cu suprafețele electrozilor prin intermediul petelor electrodice de tip "cald" și "rece"

В работе представлены результаты экспериментальных исследований взаимодействия плазмы импульсных электрических разрядов с поверхностями электродов посредством электродных пятен 1-го и 2-го типов

In the work are presented the results of experimental researches about plasma interaction of electric discharge in impulse with electrodes surfaces via electrode stains agency of type "warm" and "cold".

Introducere

Metoda de prelucrare a materialelor prin electroeroziune în prezent se dezvoltă în două direcții principale: prelucrare dimensională cu prelevare de material [1] și alierea superficială cu formarea straturilor de depunere [2]. Ambele aceste procedee de prelucrare sînt însoțite de acțiuni termice și chimico-termice asupra materialului piesei, schimbarea geometriei suprafeței prelucrate prin formarea craterelor de eroziune la prelucrarea dimensională și formarea aspirităților în cazul alierii superficiale cu electrozi din materiale compacte sau formarea straturilor de depunere din pulberi și amestecuri de pulberi. Pe parcursul dezvoltării acestor procedee de prelucrare, au fost depistate un șir de inconveniențe cum ar fi: productivitate joasă, medii și condiții speciale de lucru, influențarea termică a stratului superficial, limitarea grosimii stratului de depunere etc. Cele enumerate mai sus au condiționat necesitatea unor cercetări mai amănunțite atît ale tabloului fizic al electroeroziunii, cît și aplicabilității fenomenelor însoțitoare în scopuri tehnologice.

Metodica cercetărilor experimentale

Cercetările experimentale s-au efectuat în condiții normale, în aer, la temperatura camerei. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale a fost utilizată o instalație de tipul "Razread-M", descrisă în [3]. În procesul încercărilor, mărimea interstițiului frontal se măsoară cu ajutorul unui comparator cu cadran cu precizia de 0,01 mm și se controlează permanent cu ajutorul microscopului de măsurat MPB-2. Dimensiunile craterelor obținute pe suprafața electrozilor la descărcări solitare au fost măsurate pe microșlifuri transversale la microscopul MBS. Căderea de tensiune pe interstițiu, variația curentului în impuls, durata impulsului, cît și energia degajată la o descărcare se determinau prin osciloscopare [4]. Descărcările electrice aveau loc în sistemul de electrozi: anodul-bară cilindric cu diametrul cuprins între 3...5 mm, ascuțit la capătul de lucru pînă la semisferă și catodul-placă cu dimensiunile 20x20x3 mm, primul ocupînd poziție perpendiculară față de suprafața plană a celui de-al doilea, situat în poziție orizontală.

Rezultatele experimentale și interpretarea lor

Se știe că în cazul prelucrărilor dimensionale și alierii prin contact electric, valorile interstițiului sînt destul de mici, zeci de μm la prelucrarea dimensională și numai cîțiva μm la aliere [2, 5], motiv pentru care plasma descărcării electrice în impuls se găsește într-o stare de comprimare radială, iar procesele de pe suprafețele electrozilor și din canalul de plasmă sînt practic inseparabile.

În aceste condiții, eroziunea în zona de interacțiune a plasmăi cu suprafețele electrozilor se manifestă prin apariția unui crater, al cărui diametru este egal cu cel al canalului de plasmă [3, 5].

În condițiile propuse în această lucrare ($S \geq 0,01 \text{ mm}$, $U_c = 80 \dots 480 \text{ V}$, $C = 600 \mu\text{F}$, amorsarea descărcării electrice în impuls se face pe contul unei descărcări suplimentare de tensiunii înaltă $U_a = 12 \dots 24 \text{ kV}$ la un curent de numai $I_a = 0,1 \text{ mA}$ și o durată de cca $10 \mu\text{s}$), se creează condiții favorabile pentru evidențierea caracterului multicanal al descărcărilor electrice în impuls. Cercetînd caracterul discret al amprentelor eroziunii și desfășurata în timp a spectrogramelor descărcărilor electrice în impuls, autorii lucrărilor [3, 6] au elaborat un mecanism de "migrație" a procesului de eroziune a metalelor, în conformitate cu care, în fiecare moment de timp, curentul nu curge prin toată zona de interacțiune, ci numai printr-o suprafață mult mai mică. Acest proces se realizează prin canale cu diametre foarte mici, care migrează continuu în zona descărcării. Datorită diametrului foarte mic al canalului descărcării în punctul de interacțiune ("pata") cu electrodul, densitatea de curent este mare ($10^7 \dots 10^8 \text{ A/cm}^2$), ceea ce provoacă încălzirea și vaporizarea explozivă a materialului electrodului. După prelevarea de material prin vaporizarea explozivă, canalul de plasmă al descărcării se deplasează pe o altă porțiune de suprafață. Eroziunea provocată de o descărcare apare ca rezultat integral al eroziunilor elimentare provocate de mulțimea de canale migratoare [6].

În funcție de condițiile evoluției descărcării, în punctele de contact ale plasmei din canalele de descărcare cu suprafețele electrozilor, apar zone de interacțiune, denumite pete electrodice de două tipuri: "reci" și "calde" (fig. 1).

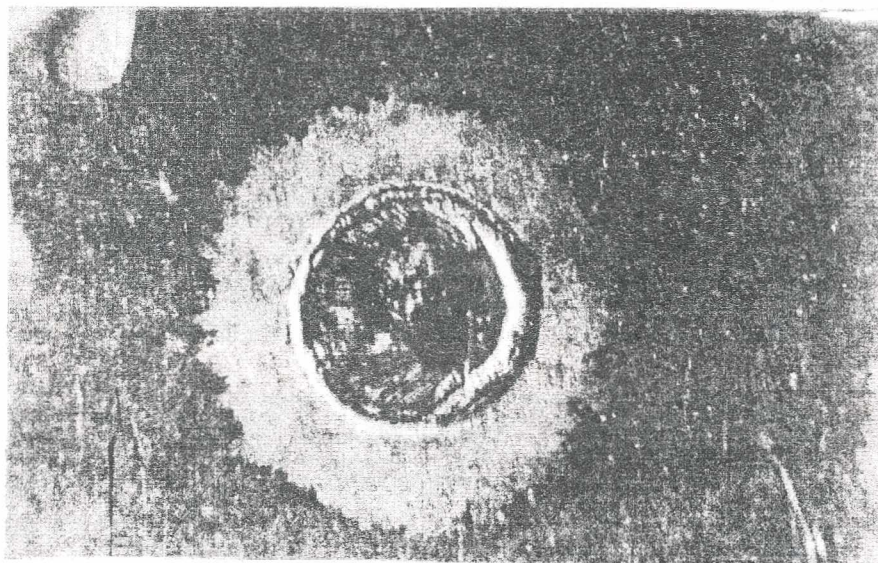


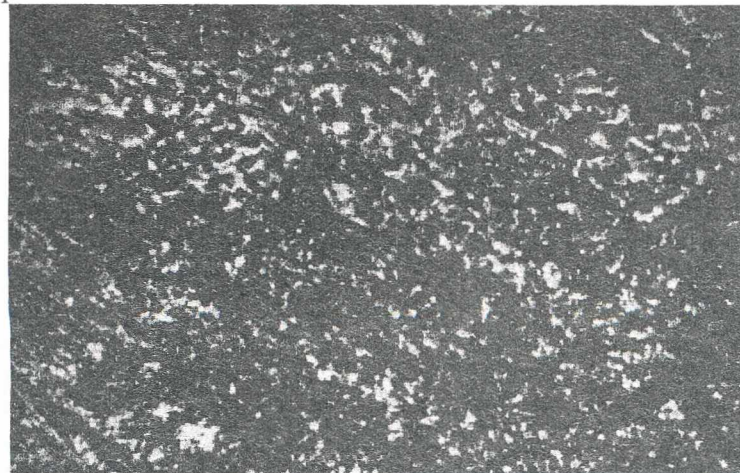
Fig. 1. Vedere generală a craterului pe suprafața catodului din oțel 3 cu două zone: cea centrală cu fază lichidă (petele "calde") și zona acțiunii termice (petele "reci") (x2,5)

Petele "reci" apar imediat după străpungerea interstițiului, ele ard pe impuritățile și aspiritățile suprafețelor electrozilor și se mișcă foarte repede (urma erozivă se prezintă sub formă de cratere de dimensiuni foarte mici separate (fig. 2), iar petele "calde" apar mai târziu pe locul celor "reci", produc o eroziune mult mai substanțială decât primele (în locul de acțiune a lor își face apariția faza lichidă a materialului electrozilor).

Rezultatele experimentale indică asupra faptului că, în diferite cazuri pot predomina petele electrodice "reci" sau cele "calde" și, ca rezultat, se schimbă caracterul eroziunii electrice. Cercetările au demonstrat că pentru valori ale interstițiului mai mici de $1 \dots 2 \text{ mm}$ (limite impuse de energia și tensiunea descărcărilor) pe suprafața plăcii-catod s-au obținut cratere cu o geometrie și dimensiuni caracteristice electroeroziunii obișnuite în mediu gazos (fig. 1). S-a constatat că pentru valori ale interstițiului mai mari de $1 \dots 2 \text{ mm}$ și, îndeosebi, pentru energii relativ mari ale descărcării ($W \geq 3,8 \text{ J}$), în punctul de acțiune al plasmei, craterul degenerază într-o pată sau câteva pete plane de fază lichidă solidificată, cu dimensiuni de la fracțiuni μm , pînă la cîteva μm adîncimea craterelor fiind mai mică decît dimensiunile lor transversale. În cazul

descărcărilor singulare, între cratere și grupe de cratere se întâlnesc porțiuni de suprafață neafectate de acțiunea plasmei (fig. 2a).

Cele două cazuri ale electroeroziunii menționate mai sus nu sînt caracteristice pentru descărcările electrice în impuls aplicate la prelucrarea dimensională și la alierea suprafețelor prin contact electric. Experimental a fost determinat că rugozitatea suprafeței se micșorează pînă la $R_a=1,1...1,2 \mu m$, după care rămîne practic constantă pentru variația energiei descărcărilor electrice în impuls în limite relativ mari, pentru cazul întreținerii descărcării pe pete electrodice "reci" (fig. 3). Aceasta ne demonstrează că de fapt petele electrodice reci au o anumită dimensiune limită de energie, care, practic, nu depinde de energia descărcării electrice în impuls, ci numai de densitatea acesteia în interstițiu. Astfel, în aceste condiții, putem realiza o rectificarea destul de fină a suprafeței prelucrate fără o afectare substanțială a structurii și proprietăților materialului din care este executată piesa [8]. Cele expuse sînt confirmate experimental în lucrarea [8], în care se indică asupra faptului că în aceste condiții are loc, de fapt, pasivarea suprafeței prelucrate prin formarea unui strat foarte subțire de oxizi și hidrooxizi ai materialului piesei prelucrate.



a.

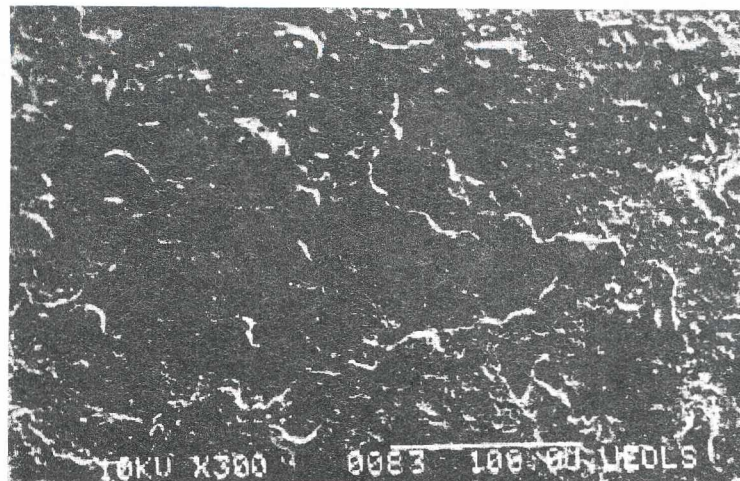


Fig. 2. Urmele eroziunii catodului în zonele de acțiune termică (petele catodice "reci")

- a) Microscopie optică Neofoto – 22 (x45).
- b) Microscopie electronică.

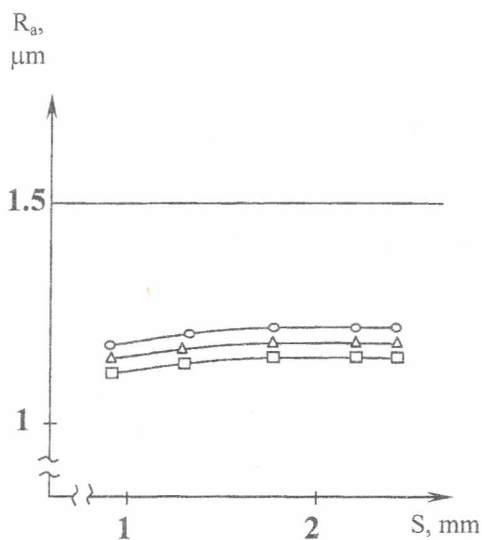


Fig. 3. Dependența mărimii suprafeței prelucrate în zona de interacțiune a petelor "reci" de mărimea interstițiului pentru diferite energii de descărcare; materialul catodului - oțel 3

Astfel, în regim de întreținere a descărcărilor electrice în impuls pe pete electrodoice reci se va asigura o anumită densitate de energie în interstițiu. Diametrul echivalent al petei de sprigin al canalului de plasmă pe suprafața prelucrată, cu condiția că cea din urmă să nu se topească reeșind din [7], se va scrie:

$$D_e \geq \sqrt{\frac{4W}{\pi S Q_{top}}} \quad (1)$$

în care W – energia degajată în interstițiu,

S – mărimea lui,

Q_{top} – densitatea volumică a căldurii de topire a materialului piesei, egală cu produsul dintre căldura specifică de topire și densitatea acestuia ($Q_{top} = q_{top} \rho$). (2)

Concluzii

Reieșind din cele expuse mai sus, putem concluda că, în funcție de proprietățile fizico-mecanice ale materialului electrozilor și densitatea de energie degajată în interstițiu, se modifică și caracterul electroeroziunii. Pentru densități mari de energie, când se asigură preponderent formarea petelor electrodoice "calde" care produc topirea suprafeței, se poate executa prelucrarea dimensională sau alierea acesteia, iar la întreținerea descărcării electrice în impuls pe pete electrodoice "reci" se poate realiza atât curățarea de impurități, cât și rectificarea ei.

Bibliografie

1. Золотых Б. Н. О физической природе электроискровой обработки металлов // Электроискровая обработка металлов. - Москва, 1957. - С. 38-69.
2. Гитлевич А. Е., Михайлов В. В., Парканский Н. Я., Ревуцкий В. М., Электроискровое легирование металлических поверхностей. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 196 с.
3. Topală P. Cercetări privind obținerea straturilor din pulberi metalice prin descărcări electrice în impuls: Rezumatul tezei de doctorat. – București, 1993. - 32 p.
4. Topală P, Bălcănuță N. Caracteristicile electrodinamice ale descărcărilor electrice în impuls // Tehnologii moderne Calitate Restructurare. Chișinău, 2001. - P. 203-208.
5. Золотых Б. Н., Мельдер Р. Р. Физические основы электроэрозионной обработки металлов.- Москва: Машиностроение, 1977. – 107 с.
6. Бакуто И. А. О зависимости электроэрозионного эффекта от электрического режима разряда // Сб. науч. тр. ФТИ АН БССР. – Минск, 1959. - Вып. 5. – С. 213 –222.
7. Топала П. А., Душенко В. Ф., Гитлевич А. Е. Об условиях образования расплава на поверхности детали-катода при электроискровом легировании на установках типа «Разряд» // Электронная обработка материалов. - 1990. - № 6. - С. 16-18.
8. Немошкаленко В. В., Топала П. А., Томашевский Н. А., Мазанко В. Ф., Носовский О. И. Особенности формирования поверхностных слоев при искровых разрядах // Металлофизика. - Т. 12, № 3. - С.132-133.

Prezentat la 16.04.2004