

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND EXTRAGEREA MENISCURILOR CONICE DE PE SUPRAFEȚELE METALICE ȘI OXIDAREA ACESTORA CU APLICAREA DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN IMPULS

Topala P.*, Rusnac V., Guzman D., Pleșco I., Ojegov A.

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, str. Pușkin, 38, MD-3100, mun. Bălți,
Republica Moldova

*e-mail: pavel.topala@gmail.com

În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind formarea meniscurilor sub formă de conuri Taylor pe suprafețele pieselor și oxidarea acestora cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls. Se examinează influența energiei acumulate pe bateria de condensatoare, duratei impulsului și mărimii interstițiului asupra formării acestora. Modificarea micro-geometriei suprafețelor pieselor are ca scop sporirea capacităților de absorbție, radiație și emisie a particulelor elementare. Se demonstrează că, dimensiunile meniscurilor formate sunt funcție de regimul energetic de prelucrare, mărimea interstițiului, durata descărcării electrice în impuls și proprietățile termo-fizice a materialului de execuție al piesei.

Cuvinte-cheie: descărcări electrice în impuls, menisc conic, micro-geometrie, absorbție, oxidare.

This paper presents the results of experimental investigations on the formation of menisciuses with Taylor cone shape on the piece surfaces and their oxidation by applying electrical discharges in impulse. The influence of the energy stored in the condenser battery, of the impulse duration and of the gap size on their formation is examined. Surface micro-geometry modification of the parts aims to increase their absorption, radiation and emission capacity of the elementary particles. It is demonstrated that the dimensions of the formed menisciuses depend on the processing energy regime, the gap size, the electrical discharge impulse duration and the thermo-physical properties of the piece material.

Keywords: electrical discharges in impulse, conical meniscus, micro-geometry, absorption, oxidation.

INTRODUCERE

Modificarea micro-geometriei suprafețelor este una din problemele cele mai actuale ale tehnologiilor moderne. Suprafața care poate fi descrisă cu relații matematice în cele mai frecvente cazuri este una rectilinie, care după caracteristici tinde spre o suprafață ideală.

În cazul suprafețelor reale, caracterul acestora determină nu numai aria activă ci adesea îi imprimă acesteia și noi proprietăți de exploatare. Aria suprafeței reale contribuie la modificarea caracterului de interacțiune a acesteia cu mediul înconjurător și cu alte suprafețe active ale pieselor cu care piesa formează cupluri (pentru piesele aplicate în construcția de mașini).

În cazul suprafețelor radiante (de căldură, unde, câmpuri electrice și magnetice) sau celor absorbante de diferite tipuri de radiație (receptoare de radiație termică, a undelor de lumină, radiațiilor electromagnetice, etc.) atât geometria, cât și aria suprafețelor active joacă un rol decisiv asupra capacităților menționate ale acestora.

În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind extragerea din suprafețele pieselor metalice a asperităților sub formă de con Taylor de anumite dimensiuni și oxidarea acestora prin metoda descărcărilor electrice în impuls (DEI).

METODICA CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE

Cercetări experimentale s-au efectuat în aer, la temperatura camerei la o descărcare solitară. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale a fost utilizată o instalație specială, vederea generală, construcția și principiul de funcționare a căreia au fost prezentate anterior în [1-3].

Dimensiunile meniscurilor (conurilor Taylor) au fost măsurate cu ajutorul microscopului MBS-9, XJM 600T și microscopului electronic.

Parametrii electrodinamici (durata impulsului, variația curentului în impuls, căderea de tensiune pe interstițiu, cât și energia degajată la o descărcare solitară) se

determinau prin osciloscopare, conform metodicii prezentate în [4, 5].

Pentru determinarea valorii maxime ale curentului în circuitul de descărcare se folosea șuntul coaxial cu rezistența $R = 0,003 \Omega$. În calitate de electrozi se utiliza sârmă din wolfram cu diametrul $d = 0,25 \text{ mm}$.

Descărcările electrice aveau loc în sistemul de electrozi confecționați din același material și situați perpendicular unul față de altul la un interstițiu $S = 0,2 \div 0,3 \text{ mm}$.

În toate cazuri piesa de prelucrat se conecta în calitate de anod și era poziționată în partea de jos a sistemului de poziționare a electrozilor.

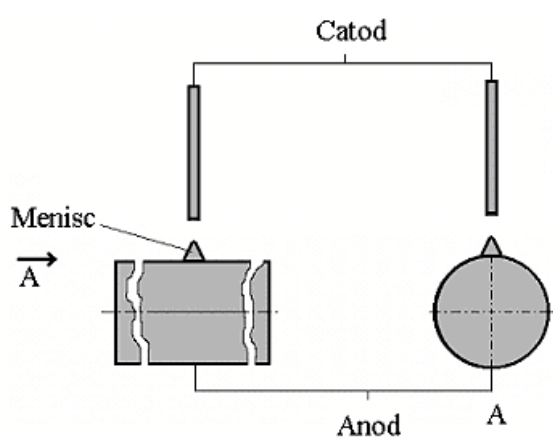


Fig. 1. Schema de poziționare a electrozilor utilizate în procesul cercetărilor experimentale și conectarea acestora în circuitul de descărcare al generatorului de impulsuri de curent

În fig.1 este prezentată schema generală de conectare și poziționare a electrozilor în procesul cercetărilor experimentale. Electrosculă constituia o porțiune de fir cilindric regulat cu lungimea de $\approx 4 \text{ cm}$, a cărei parte activă reprezenta o suprafață plană (fig. 1).

REZULTATE EXPERIMENTALE ȘI INTERPRETAREA LOR

Într-un șir de surse bibliografice [6-8] a fost menționat că asupra procesului de modificare a microgeometriei suprafețelor pieselor metalice influențează esențial așa parametrii cum sunt: materialul electrozilor, energia, mărimea interstițiului dintre electrozi și durata impulsului de descărcare.

În lucrare se analizează influența energiei acumulate pe bateria de condensatoare asupra geometriei meniscurilor conice (conurilor Taylor). În așa mod au fost determinate unele condiții energetice de extragere și oxidare superficială a meniscurilor conice în rezultatul prelucrării cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls.

În rezultatul cercetărilor experimentale s-a constatat că extragerea meniscurilor conice de pe suprafețele cilindrice confecționate din wolfram este posibilă în cazul când tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare constituie $U_c = 60 \text{ V}$. La tensiuni mai joase nu se observă apariția pronunțată a conurilor Taylor.

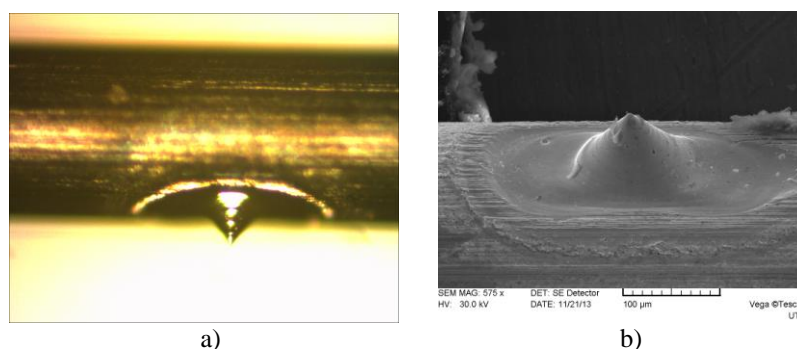


Fig. 2. Vederea generală a asperităților (conurilor Taylor) extrase de pe suprafețele cilindrice a firelor executate din wolfram în urma descărcărilor electrice în impuls: a) imaginea obținută cu ajutorul microscopului MBS9; b) imaginea obținută cu ajutorul microscopului electronic ($U_c = 60 \text{ V}$; $C = 200 \mu\text{F}$; $S = 0,3 \text{ mm}$; $n = 1$; $d = 0,25 \text{ mm}$)

În fig. 2 sunt prezentate meniscuri conice extrase de pe suprafața cilindrică a probei din wolfram la tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare $U_c = 60$ V.

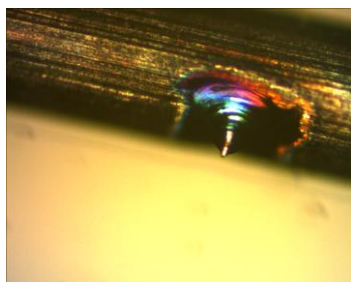
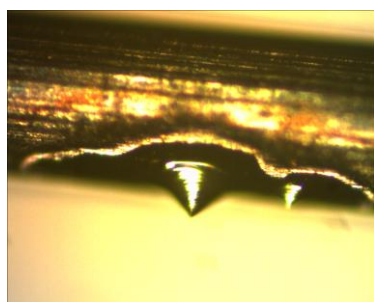


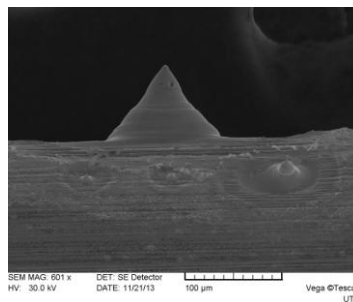
Fig. 3. Vedere generală a asperităților (conurilor Taylor) oxidate, extrase de pe suprafețele cilindrice a firelor executate din wolfram în urma descărcărilor electrice în impuls:

($U_c = 70$ V; $C = 200$ μ F; $S = 0,3$ mm; $n = 1$; $d = 0,25$ mm)

În urma cercetărilor experimentale s-a observat că cu mărirea tensiunii de încărcare a bateriei de condensatoare cu 10 V se observă



a)



b)

Fig. 4. Vedere generală a asperităților multiple obținute prin descărcări solitare: a) imaginea obținută cu ajutorul microscopului MBS9; b) imaginea obținută cu ajutorul microscopului electronic; ($U_c = 80$ V; $C = 200$ μ F; $S = 0,3$ mm; $n = 1$; $d = 0,25$ mm)

Datorită diametrelor foarte mici al canalelor descărcării în punctul de interacțiune cu electrodul, densitatea de curent este mare ($10^7 \dots 10^8$ A/cm²), ceea ce provoacă încălzirea și perturbarea suprafeței probei.

La acest regim energetic, canalele de descărcare ce apar în interstițiul nu dovedesc să se contopească, din care motiv pe suprafața prelucrată în urma descărcării electrice și apar mai multe meniscuri conice.

CONCLUZII

Analizând rezultatele experimentale obținute, putem concluda următoarele:

- în condițiile aplicării descărcărilor electrice în impuls începând cu tensiunea de

apariția meniscurilor conice practic de aceeași geometrie cu excepția că pe suprafețele acestora este prezentă o peliculă subțire de oxizi (fig.3).

După cum se observă din fig.3, la mărirea tensiunii de încărcare a bateriei de condensatoare până la 70 V meniscurile ce se obțin în urma descărcărilor electrice în impuls sunt de o culoare violetă, ceea ce ne vorbește despre creșterea esențială a temperaturii în zona canalului de plasmă. Este necesar de menționat că în acest caz densitatea energiei în interstițiu crește considerabil.

Cu mărirea de mai departe a tensiunii de încărcare pe bateria de condensatoare pînă la $U_c = 80$ V, se observă un tablou de extragere multiplă a meniscurilor conice (fig.4). Acest fenomen ne indică despre existența mai multor canale de descărcare simultan prin care curg curenți paraleli de aceeași direcție [7].

încărcare a bateriei de condensatoare $U_c = 60$ V, pe suprafețele firelor metalice din W cu $\varnothing = 0,25$ mm se creează condițiile necesare și suficiente pentru extragerea și congelarea meniscurilor conice;

- în cazul descărcărilor electrice în impuls poate fi ales un regim optim de prelucrare care să asigure formarea meniscurilor conice singulare concomitent cu oxidarea superficială ale acestora;

- în condițiile ($U_c = 80$ V; $C = 200$ μ F; $S = 0,3$ mm; $n = 1$, $\varnothing = 0,25$ mm), se creează condiții favorabile pentru evidențierea caracterului multicanal al descărcărilor electrice în impuls cu formarea meniscurilor conice multiple pe suprafețele firelor metalice din W.

BIBLIOGRAFIE

1. Руснак В., Гузган Д. Влияние магнитного поля на формирование конусов Тэйлора в процессе электроимпульсной обработки материалов. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции. Донецк, 2010, том 3, с. 67-72.
2. Topală P., Rusnac V. Experimental investigations concerning the extraction of cone meniscus on metal surfaces with electrical discharge machining (EDM) adhibition. Buletin of the Polytechnic Institute of Iassy, 2008, tom. LIV, p. 113-120.
3. Rusnac V. The Role of Energy and Duration of Discharging Pulse During the Micro Geometry Changing Process of Metallic Parts Surfaces by Applying Electric Discharges in Pulse. The Annals of „Dunarea de Jos” University of Galati, fascicle V, Technologies in Machine Building. 2008, p. 61-68.
4. Topala P., Rusnac V. Experimental investigations concerning the extraction of cone meniscus on metal surfaces with electrical discharge machining (EDM) adhibition. Buletinul Institutului Politehnic din Iași, 2008, tom. LIV (LVIII), fasc.1-3, p. 113-120.
5. Topală P., Beșliu V., Rusnac V., Ojegov A. Despre randamentul utilizării energiei descărcării electrice în impuls la prelucrările prin electroeroziune. Fizica și Tehnica: Procese, modele, experimente. 2010, nr.1, p. 69-74.
6. Rusnac V. Modificarea microgeometriei suprafețelor pieselor la formarea straturilor de depunere prin metoda electroeroziunii. Rezumatul tezei de doctorat. Galați, 2008. 57 p.
7. Topala P., Stoicev P. Tehnologii de prelucrare a materialelor conductibile cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls. Chișinău: TEHNICA – INFO, 2008, p. 265.
8. Topală P. Aplicări ale electroeroziunii în dezvoltarea tehnologiilor fine de prelucrare superficială a pieselor. Analele Științifice ale Universității de Stat „A. Russo”, Serie nouă, Fasc. A, Bălți, 2004, tom. XX, p. 66-69.

Prezentat la redacție la 4 decembrie 2013