

CZU: 621.9.047

APLICAREA STRATURILOR DE DEPUNERE FORMATE PRIN METODA ELECTROEROZIUNII LA SPORIREA DURABILITĂȚII SCULELOR

PAVEL TOPALĂ, PETRU STOICEV, ION OLARU

Key words: protecting, alloyage, electric erosion

Abstract. Processes of electrospark method of materials surface hardening using compact and powder alloy materials are described in this work. The processes are based on impulse excitation of concentrated energy flux on material. The paper presents some considerations concerning the durability of cutting tools. It also presents some theoretical and experimental results on the hardening by sparks of the cutting tools. The experimental results allow underlying some thus regarding the working parameters in order to obtain controlled characteristics of the layer.

Introducere

Mărirea rezistenței la uzură a sculelor așchietoare, a elementelor active ale anțelor, matrițelor și ale utilajului tehnologic se poate realiza pe următoarele căi:

- perfecționarea construcției sculei, a utilajului și optimizarea geometriei părții active;
- utilizarea unor materiale cu proprietăți calitativ superioare și îmbunătățirea calității stratului superficial al părții active;
- optimizarea regimurilor de prelucrare;
- conceperea, proiectarea și realizarea a noilor metode, procedee și tehnologii de prelucrare.

Dintre aceste căi am putea s-o evidențiem, în special, pe a doua. Mai mult decât atât, tendința actuală este cea de a îmbunătăți calitatea stratului superficial al părții active, mult mai eficientă decât utilizarea unor materiale noi, cu proprietăți calitativ superioare.

Modalitățile de mărire a rezistenței la uzură a sculelor cu una sau mai multe muchii tăietoare (scule deja ascuțite), a elementelor active ale utilajului de matrițare au cunoscut o evoluție continuă: de la tratamente termice și termochimice clasice până la procedee neconvenționale.

Formarea straturilor de depunere și alierea suprafețelor pieselor prin metoda electroeroziunii dispune de următoarele avantaje [1, 2]:

- obținerea straturilor din materiale compacte și din pulberi metalice, cu proprietăți prescrise;

- posibilitatea utilizării unei game largi de materiale și multitudinea combinațiilor de amestecurilor de pulberi ce permit obținerea straturilor cu o largă diversitate a proprietăților fizico-chimice, mecanice și tehnologice;
- simplitatea în realizare a acestei metode, simplitatea și costul mic al echipamentului utilizat;
- toxicitatea minimă a procedurii etc.

Această metodă de prelucrare superficială a pieselor aplicate în construcția de mașini și aparate este considerată drept una din cele mai eficiente metode de obținere a straturilor rezistente la uzură. Astfel, metoda de aliere și formare a straturilor de depunere prin electroeroziune reprezintă una din modalitățile de durificare neconvențională și se bazează pe prelevarea și transferul polar al materialului lichid sau în stare de vapori a electrodului-sculă sau a pulberii, cât și pe acțiunea termică sau chimico-termică a plasmei descărcărilor electrice în impuls.

Descărcările electrice în impuls permit realizarea unor densități mari de energie în volume mici și reglarea acesteia în limite foarte largi, fapt care duce la interacțiunea particulelor de pulberi metalice (particule introduse dozat în interstițiul sculă-piesă) cu jetul de plasmă, încălzirea topirea parțială sau totală a acestora însoțită și de vaporizare, și transferul fazei lichide și a vaporilor pe suprafața piesei-catod sub acțiunea câmpului de forțe din interstițiu.

Cantitatea de material, ce se depune pe suprafața piesei-catod (transferul de masă ce determină eficacitatea procesului de formare a straturilor) depinde de următorii parametri principali:

a) parametri de natură electrică:

- intensitatea câmpului electric aplicat asupra interstițiului;
- capacitatea bateriei de condensatoare a generatorului de impulsuri de curent;
- tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare;
- energia degajată în interstițiu la descărcarea electrică în impuls;

b) parametri tehnologici:

- amplitudinea de vibrație a electrodului-sculă;
- frecvența de vibrație a electrodului-sculă;
- turația electrodului;
- dimensiunile particulelor metalice și dozarea lor;
- forma particulelor de pulberi și proprietățile fizico mecanice ale materialului acestora;

- repartiția granulometrică a particulelor în pulberea metalică;
- componența mediului interelectroodic.

c) parametri temporari:

- timpul desfășurării unui impuls;
- timpul de aliere a unei unități de suprafață;
- timpul de topire sau vaporizare a particulelor de pulberi;
- componența mediului interelectroodic.

Metoda descrisă permite formarea straturilor rezistente la uzură pe suprafețele active ale sculelor așchietoare, precum și a utilajului tehnologic, confecționate din oțeluri rapide, oțeluri pentru scule și cele de construcție.

Metoda de aliere și formare a straturilor de depunere prin electroeroziune utilizează un generator de impulsuri electrice comandate, ce asigură degajarea în interstițiul de lucru a unor cantități de energie discrete și de un anumit gradient. Aceasta permite obținerea straturilor pe suprafețele sculelor cu tășuri și a sculelor de matrițare,

confeționate din aliaje metalice, în scopul sporirii durității, rezistenței la uzură, coroziune și la temperaturi înalte [1,4].

Materialele și metodică de cercetare

Durificarea burghiilor elicoidale, confeționate din oțel R6M5, a frezelor pentru curățare a suprafețelor interioare ale țevilor de depuneri de pietre de cazan, dinții cărora sînt confeționați din oțel de construcție de marca 60C2A, de asemenea a cuțitelor ghilotinei, a cuțitelor foarfecelor-presă, puansoarelor ștanțelor de străpungere, a suprafețelor active a pieselor matrițelor, confeționate din oțel pentru scule de mărcile U8, U10A, 6HV2C, 9HC, a cutiilor pentru confeționarea miezurilor de turnare, confeționate din fontă de marca KC 45-5 a fost efectuată la instalații de tip EFI și ELITRON.

Alierea burghiilor elicoidale, a dinților frezelor de curățat țevile de depuneri de pietre de cazan, a cuțitelor ghilotinei și a cuțitelor preselor-cuțite combinate s-a efectuat în baza metodicii elaborate în lucrările [1,3-5]. Durificarea puansoarelor s-a efectuat pe suprafețele laterale și frontale. Muchiile așchietoare ale matrițelor au fost durificate în lungul perimetrului sub formă de o fâșie de o lățime ce constituie 0,5-0,8 din diametrul de lucru al puansonului.

În calitate de materiale compacte de aliere (anozi) au fost aplicate care carburile de wolfram de mărcile: T15K6 și VK6; iar în calitate de pulberi au fost aplicate amestecurile de diferite compoziții: $TiC+Si_3N_4+WC$; $ZrC+SiC+B_4C$.

Amplitudinea de vibrație a electrodului-sculă constituia circa 0,2-0,4 mm, viteza de avans a acestuia în direcția longitudinală a suprafețelor de prelucrare constituie cca 0,8-1 cm/s, capacitatea bateriei de condensatoare a generatorului de impulsuri de curent era de -300 μF .

În scopul micșorării rugozității suprafețelor prelucrate, acestea erau supuse suplimentar deformării plastice cu dorn din diamant și cu role speciale.

Rezultatele cercetării și analiza lor

După alierea sculei, pe suprafețele ei, se formează un strat ce conține două zone: prima reprezintă așa numitul strat alb constituit din materialului de depunere și cel al piesei prelucrate iar cea de-a doua - zona influenței termice.

Prima zonă, zona de aliere, obținută în rezultatul prelevării materialului anodului în fază lichidă și de vapori, și al răcirii ulterioare a acesteia cu viteză mare. Această zonă prezintă un strat alb în care se atestă pori și microfisuri. Acestea apar ca rezultat al călirii materialului din fază lichidă și de vapori, la răcirea rapidă datorită conductivității termice înalte a materialului piesei. Putem constata că, după alierea sculelor confeționate din oțel pentru scule de tipul U8 cu electrozi- scule execuțate din carbură metalică în bază de wolfram de tipul VK6 cu o porozitate inițială de 0,6%, și o structură cu granulație măruntă, în stratul alb se atestă pori. Dimensiunile porilor și numărul lor crește odată cu creșterea timpului specific de aliere (Tabelul 1). Pori au dimensiuni minimale la etapa inițială de aliere.

Măsurarea microdurității stratului alb a demonstrat că mărimea acesteia se schimbă la mărirea timpului specific de aliere. Valori maxime ale microdurității se observă la alierea cu timpul specific egal cu 2 min/cm^2 și valori minime- la 6 min/cm^2 (vezi tabelul 1).

Tabelul 1. Caracteristica stratului alb la alierea prin scinte electrice a oțelului U8 cu aliaj VK8 la diferite timpuri specifice de prelucrare

Timpul specific de prelucrare, min/cm ²	Microduritatea, H _μ , GPa	Dimensiunea porilor, μm	Grosimea stratului, μm
2	15,3-11,0	0,9-20	12-82
4	12,9-9,5	0,7-70	62-88
5	11,0-9,5	0,9-40	19-84
6	11,0-8,2	0,9-70	33-132

În afară de aceasta, măsurarea microdurității diferitor sectoare ale stratului alb, de exemplu, la alierea cu timpul specific de 2 min/cm², a permis a se constata, că mărirea microdurității variază în limitele 15,3-10,0 GPa. O astfel de schimbare a valorilor microdurității se datorește faptului că, fazele de carburi metalice sînt repartizate în strat neuniform, în formă de aglomerări în matrița albă a soluției solide. Grosimea stratului alb în lungul suprafeței aliate este neuniformă și, ca și porozitatea, crește la mărirea timpului specific de prelucrare.

Relieful suprafeței stratului alb obținut la formarea depunerilor prin metoda electroeroziunii se deosebește mult de relieful suprafeței obținute la prelucrarea dimensională a pieselor prin metode mecanice.

La formarea straturilor de depunere prin metoda electroeroziunii, se formează o suprafață în formă de segmente sferice, iar la prelucrări mecanice, neregularitățile de suprafață au o amplasare direcționată cu aceleași proprietăți fizico-chimice ale straturilor de la suprafața materialului.

Cea de a doua zonă este zona influențată termic, obținută în rezultatul transferului de căldură în adâncimea materialului. Această zonă este formată din troostită (HV 336-391), care se transformă în troostomartensită (HV 401-412). Așadar, duritatea acestei zone este considerabil mai mică, decît duritatea metalului de bază, care are o structură martensită (HV 689-726).

O structură asemănătoare a stratului durificat se observă și la formarea depunerilor din aliajul dur T15K6. În stratul alb sunt pori și fisuri în formă de sită. Fisurile se pot extinde în adâncimea materialului. Microduritatea stratului alb variază în limitele 15,3-12,9 GPa. Sub stratul alb se află zona martensitei revenite cu carburi. Martensita este puternic revenită în apropiere de înveliș, la adâncimea de aproximativ 0,3 mm, fapt care se manifestă în micșorarea considerabilă a durității. Zona se supune puternic tratării chimice.

Cercetările, în condiții de laborator, au arătat (vezi tabelul 2) că mărirea intensității și tensiunii curenților electrice de lucru contribuie la mărirea prelevării de material de la electrodul de aliere la obiectul supus durificării de 2,0-3,6 ori.

Mărirea timpului specific de aliere de la 1 până la 4 min/cm² conduce la sporirea cantității de material prelevat de 1,5-2 ori.

S-a constatat că, pentru cazuri separate, de exemplu pentru intensități ale curentului de cca 3,5 A și tensiuni de încărcare a bateriei de condensatoare a generatorului de impulsuri de 95...125V se atestă micșorarea cantității de material prelevat (vezi mostrele nr.15 și 16 din tab.2). Acest fapt se explică prin arderea parțială a microsectoarelor durificate, în special a asperităților suprafețelor prelucrate și eroziunea lor preponderent cu ruperea de particule de material în stare solidă din cauza tensiunilor remanente mari ce iau naștere în straturile de depunere formate. La

prelucrările suprafețelor la aceste regimuri energetice rugozitatea lor este înaltă, ceea ce condiționează și o uzură mai rapidă a depunerilor în procesul exploatarei pieselor.

La executarea încercărilor în condiții industriale au fost supuse prelucrărilor de formare a straturilor de depunere protectoare, cutiile pentru confecționarea miezurilor aplicate la fabricarea pieselor prin turnare. Aceste cutii erau confecționate din fontă maleabilă de marca KC 45-5 cu o duritate de 180-210 HB. Regimul de prelucrare: intensitatea curentului electric – 3,5A, tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare – 95V, timpul specific de depunere – 3 min/cm².

Microduritatea straturilor de depunere era de circa 1140-1250 N/mm² iar rugozitatea suprafețelor rezultante constituie $R_a = 4...6,8 \mu\text{m}$. Cutiile de miezuri cu straturi de depunere aplicate pe suprafețele active, au fost utilizate pentru confecționarea miezurilor care se folosesc la turnarea materialelor electrotehnice izolante. Durabilitatea cutiilor formelor de turnare a fost determinată în funcție de numărul miezurilor confecționate valide la care aceasta rezista. Încercările industriale au demonstrat că, durabilitatea echipamentului durificat este cu 30-40% mai mare. Aceasta se explică prin faptul că, materialul de depunere este de fapt unul care se aplică și la fabricarea sculelor așchietoare și deci posedă o rezistență sporită la uzura de abraziune.

În condiții de fabricare au fost executate încercări de aliere superficială prin metoda electroeroziunii a ștanțelor de străpungere și a foarfecelor-presă aplicate respectiv la străpungerea găurilor cu diametrul de 12 mm și tăierea flanșelor cu diametrul de 200 mm din semifabricate confecționate din oțel de marca St V3sp4.

Cercetările comparative a duratei de funcționare a diferitor scule în funcție de metodele aplicate pentru sporirea durabilității au permis a stabili că ștanțele, matricele și poansoanele supuse tratamentului termic tipizat, până la uzura catastrofală, au străpuns 16000 de găuri iar după aplicarea stratului de depunere - 48000 de găuri, ceea ce constituie o mărire a durabilității de 3 ori. Durabilitatea cuțitelor de strung la prelucrarea pieselor executate din Oțel-45 s-a mărit de 3,5 ori.

Tabelul 2. Influența regimurilor de aliere asupra prelevării materialului electroduului - sculă.

Mostrele de cercetare sînt confecționate din fontă maleabilă de marca KC 45-5 și durificate cu aliaj dur de marca T15K6

Nr. mos trei	Regimurile de aliere		Timpul specific de aliere, min/cm ²	Cantitatea materialului prelevat, mg
	Intensitatea curentului electric, A	Tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare, V		
1	1,5	50	1	2,7
2	2,5	75	1	3,4
3	3,5	95	1	6,6
4	5,0	125	1	6,4
5	1,5	50	2	2,8
6	2,5	75	2	4,7
7	3,5	95	2	8,7
8	5,0	125	2	9,2
9	1,5	50	3	2,9
10	2,5	75	3	5,6
11	3,5	95	3	9,9
12	5,0	125	3	11,0
13	1,5	50	4	4,1
14	2,5	75	4	12,4
15	3,5	95	4	12,1
16	5,0	125	4	12,1

Sculele aşchietoare cu unul sau mai multe tăşuri (cuţitele ghilotinelor, burghiile elicoidale şi frezele) au fost supuse încercărilor utilizând respectiv: maşina-unealtă (ghilotină) de modelul H-475, la maşina-unealtă de găurit vertical de modelul 2H118-1 şi a instalaţiei pentru curăţarea suprafeţelor interioare ale ţevilor de cazan. Încercările la durabilitate au fost executate în procesul de debitare a semifabricatelor din oţel 09G2, de burghiere a găurilor la adâncimi egale cu 3 diametre ale sculei în Oţel- 45 călit pînă la HRC 26-32, şi curăţarea depunerilor pietrei de cazan.

Regimurile de aşchiere la găurire: viteza de aşchiere – 0,26 m/s, avansul – 0,1 mm/rot, adâncimea de aşchiere – 5,1 mm.

Tabelul 3. Rezultatele experimentării proprietăţilor de exploatare ale sculelor confecţionate din oţeluri rapide şi de construcţie la alierea cu scînteii electrice

Denumirea sculei	Utilajul	Materialul prelucrat	Materialul sculei	Durabilitatea sculei (numărul produselor prelucrate)		Mărirea durabilităţii
				Pînă la dirificare	După durificarea	
Cuţite ale foarfecelor-presă	Presă	Oţel StV3sp4	Oţel 6XV2C	4000	14000	3,5
Poansoane ale ştanţelor de străpungere	Pesă	Oţel StV3sp4	Oţel U8, U10A	16000	48000	3,0
Cuţite de ghilotină	Ghilotina, model H 475	Oţel 09G2	Oţel U8, 9XC	4000	12000	3,0
Burghie	Maşină-unealtă de găurit vertical, model 2H118-1	Oţel 45 HRC 28-32	Oţel R6M5	2	5	2,5
Freze	Instalaţii de curăţat	Piatră de cazan	Oţel 60C2A	1	10	10,0

Rezultatele prezentate în tabelul 3 indică asupra faptului, că durabilitatea tuturor sculelor aplicate la diferite tipuri de prelucrări a materialelor creşte esenţial în cazul aplicării pe suprafeţele active ale acestora a straturilor de depunere din carburi metalice în bază de wolfram. Limitele gradului de sporire a durabilităţii sculelor sunt cuprinse între 2,5...10,0 ori.

Sporirea duratei de exploatare a sculelor la formarea straturilor de depunere cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls se datorește în primul rând creșterii esențiale a durtății stratului de la suprafața activă a acesteea. Deoarece posedă proprietăți refractare, materialele depunerii permit sporirea productivității în cazul prelucrărilor mecanice, prin intensificarea regimurilor și respectiv sporirea temperaturii în spațiul de lucru. Simultan cu modificările benefice ce au loc în suprafețele active ale sculelor se micșorează rezistența materialului sculei la șoc și limita de curgere a lui [2].

Concluzii

1. În cazul formării straturilor de depunere din carburi metalice pe suprafețele active ale sculelor are loc sporirea durabilității.

2. Rezultatele obținute permit a recomanda metoda de formare a straturilor de depunere cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls pentru durificarea sculelor cu unul sau mai multe tășuri, de asemenea a organelor ștanțelor de străpungere în scopul protecției suprafețelor de lucru de uzură.

Received April 20th, 2006

University Beltsy of Moldova

Bibliografie

1. Topala Pavel, Epureanu Alexandru, Balanici Alexandru, Cănanău Nicolae, Bălcănuță Nicolae, Structura metalografică a straturilor din pulberi metalice formate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls, Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare, Chișinău 2003 pg.283...286.
2. Hronosos, V., Sirotenko, L., Vlieanie elektroiskrovoi uprocneaiușcei obrabotki na iznos razdelitelinių ștampov, Elektronnaea obrabotka materialov, 1987, nr.2, pp.53-55.
3. Pereteatcu Pavel, Topala Pavel, Juravski Sveatoslav, Aplicarea straturilor de depunere în scopul sporirii durabilității sculelor așchietoare, Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare, Chișinău 1999, pg.182...184.
4. Mikhailov, V., Abramciuc, A., Method of contact electrospark alloying with the use of powders, Allerton Press, INC, New York, nr.2, 1989.
5. Warter, I., Braha, V., Cercetări privind creșterea durabilității sculelor așchietoare, TMCM '96, Iași, pp.60-4.

APLICAREA STRATURILOR DE DEPUNERE FORMATE PRIN METODA ELECTROEROZIUNII LA SPORIREA DURABILITĂȚII SCULELOR

(Rezumat)

În aceasta lucrare este descris procesul de durificare a suprafețelor prin metoda scânteii folosind pudre și aliaje compacte. Procesul se bazează pe concentrarea impulsuri de înaltă energie pe suprafața materialului. Lucrarea prezintă câteva considerații privind durabilitatea sculelor așchietoare. De asemenea se prezintă câteva rezultate teoretice și experimentale privind durificarea prin scantei a sculelor așchietoare. Rezultatele experimentale permit înțelegerea parametrilor de lucru pentru a obține caracteristici controlate a stratului durificat.