

DETERMINAREA ELEMETELOR REGIMURILOR TEHNOLOGICE DE FORMARE A STRATURILOR DE DEpunERE DIN PULBERI METALICE OBȚINUTE CU APLICAREA DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN IMPULS

Topală Pavel, Balanici Alexandru, Bălcănuță Nicolae

În lucrare este prezentată metodică determinării elementelor regimului tehnologic de formare a straturilor de depunere din pulberi metalice cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls în funcție de energia degajată în interstițiu și mărimea acestuia. Straturile obținute se caracterizează prin adeziune înaltă, continuitate de 100 % și porozitate joasă.

В работе представлена методика определения элементов технологического процесса нанесения покрытий из порошковых материалов электроискровым способом в режиме недонапряжения в зависимости от величины межэлектродного промежутка и энергии выделенной в нем. Полученные слои обладают высокой адгезионной прочностью, практически 100 % сплошностью и невысокой пористостью.

In this work is presented the method establishing technological system elements of stratum foundation laying down from metallic powder applying electric discharge in impulse in term of free energy in interstice and its size. The acquired strata (layers) have a high cohesion, 100 % continuity and a low porosity.

Introducere

Metoda de formare a straturilor de depunere din pulberi metalice prin metoda electroeroziunii [1] a apărut ca o dezvoltare de mai departe a formării depunerilor din materiale compacte. Dacă în cazul depunerilor din materiale compacte pot fi formate învelișuri ce poartă proprietățile materialului electrodului-sculă [2], atunci în cazul depunerilor din pulberi pot fi aplicate amestecuri din diferite materiale, ceea ce permite obținerea unor straturi cu proprietăți prescrise în funcție de aliajul rezultat [3, 4]. Pentru realizarea depunerilor prin acest procedeu tehnologic este necesar de a cunoaște metodică determinării regimurilor de prelucrare.

Cercetări experimentale și rezultate obținute

Regimul tehnologic de prelucrare este constituit dintr-un șir de factori, aceștea prezentând, de fapt, elementele regimului de prelucrare. În scopul formării straturilor calitative de depunere, este necesar a se satisface următoarele condiții: pe suprafața de prelucrat a piesei să se formeze faza lichidă, particulele de pulberi din interstițiu să se topească pînă la impact cu suprafața de prelucrat a piesei, contopirea particulei topite cu faza lichidă a materialului piesei să aibă loc în decursul unei descărcări electrice în impuls. Condiția de apariție a fazei lichide pe suprafața piesei-catod în cazul descărcărilor electrice în impuls a fost deja stabilită în lucrarea [5] :

$$Q = 4W / \pi d_c^2 S \geq Q_{top}, \quad (1)$$

în care d_c – diametrul craterului cu fază lichidă,

S – mărimea interstițiului,

Q_{top} – densitatea volumică a căldurii de topire a materialului piesei egală cu,

$$Q_{top} = q_{top} \rho \quad (2)$$

unde q_{top} și ρ sînt, respectiv, căldura specifică de topire și densitatea materialului piesei.

Diametrul mediu al craterului cu fază lichidă pe suprafața catodului, pentru descărcarea solitară poate fi determinat cu relația [5]:

$$d_c = \sqrt{4W / \pi Q_{top} S} \quad (3)$$

Energia W , precum și durata τ a descărcării electrice solitare, se determina prin metoda osciloscopării, altfel spus prin metoda integrării:

$$W = \int_0^{\tau} U_e(t)I(t)d(t), \quad (4)$$

în care $U_e(t)$ și $I(t)$ sînt, respectiv, căderea de tensiune pe interstițiu și curentul în el sau aplicînd relația clasică atunci cînd se cunoaște randamentul η al instalației:

$$W = \eta \frac{CU^2}{2}. \quad (5)$$

Cea dea doua condiție, și anume ca particula de pulbere să se topească pîna la impact cu suprafața piesei prelucrate, adică în decursul unei descărcări electrice în impuls poate fi determinată [6] cunoscînd fluxul sumar de căldură pe suprafața particulei ce se mișcă în canalul de plasmă din interstițiu:

$$t_m = \frac{b_0 Q_m \rho}{3q_{\Sigma}}, \quad (6)$$

în care b_0 - raza particulei, Q_m - căldura specifică de topire a materialului particulei, ρ - densitatea materialului particulei de pulbere.

Dacă considerăm că plasma este omogenă și are aceeași temperatură în toate direcțiile, se poate scrie relația pentru fluxul mediu în decursul descărcării τ prin suprafața laterală și secțiunea transversală a canalului de plasmă :

$$q_{\Sigma} = \frac{kW}{2\pi d(S+d)\tau}, \quad (7)$$

în care $K = 0,25 \dots 0,30$ și se determină pe cale experimentală, S - valoarea medie a interstițiului, iar d - diametrul canalului de plasmă, care se consideră egal după mărime cu diametrul craterului cu fază lichidă de pe suprafața de prelucrat a piesei.

Valoarea medie a interstițiului pentru modelul particulelor în stare de suspensie [7] poate fi determinat din relația:

$$S_0 = \frac{l}{m_0 + 1} [(R - r)\nu - 2m_0 b_0], \quad (8)$$

unde R și r sunt, respectiv, raza craterului cu fază lichidă format pe suprafața atacată, respectiv, pe catod și anod (se determină analitic sau experimental); m_0 - numărul de particule de pulberi ce se conțin în interstițiu în momentul de început al descărcării în impuls; $2b_0$ - diametrul unei particule de pulberi; ν - cota parte din interstițiu prin care trece descărcarea ($\gamma = 0,2 \dots 0,9$).

Dacă se cunoaște regimul energetic de prelucrare W , mărimea interstițiului S_0 , durata descărcării τ , diametrul canalului de plasmă (admițînd că el este de formă cilindrică) și proprietățile materialului particulei de pulbere reieșind din condiția $t_m \leq \tau$, cu ajutorul relațiilor (6) și (7) se poate calcula raza b_0 a particulelor de pulber pentru a asigura topirea lor în decursul unei descărcări electrice în impuls :

$$b_0 \leq \frac{3}{2} \frac{kW}{\pi d(S+d)Q_m \rho}. \quad (9)$$

În cazul formării straturilor de depunere, particulele de pulberi nu sînt introduse în interstițiu cîte una, ci curg din dozatorul de pulberi sub forma unei șuvițe continue de suspensie. Canalul de plasmă al descărcării se dezvoltă după o direcție perpendiculară acesteia și deci cuprinde din ea o anumită porțiune. Pentru o așa situație devine evident necesară cunoașterea debitului de pulberi din dozator.

Cantitatea de particule ce sînt încărcate în intersrițiu pentru raza suprafeței atacate de impulsul descărcării pe catod -R, respectiv pe anod-r cunoscute și la înălțimea de încărcare h (h - se consideră egal cu diametrul ștuțului dozatorului), poate fi apreciată din considerentul că

particule de diametrul $2b$ încap în zona de lucru tot atâtea câte cuburi cu latura egală cu $2b$ pot fi înglobate, numărul acestora determinându-se cu relația [8] :

$$N = \text{ent} \frac{\pi(R^2 - r^2)h}{8b_0^3}. \quad (10)$$

Luând în considerație expresia (10), putem determina și masa de material ce se depune la o descărcare solitară (cu condiția că toate particulele din zona de lucru să fi fost prelucrate și transferate pe suprafața piesei) cu relația:

$$M = \rho NV_p, \quad (11)$$

unde ρ - densitatea materialului particulei; N - numărul lor și V_p - volumul caracteristic al particulei. Astfel, debitul de pulberi din dozator se va determina cu relația:

$$P = \rho NV_p / (t_i + t_p), \quad (12)$$

în care t_i și t_p sînt, respectiv, durata descărcării electrice în impuls și timpul de pauză dintre două descărcări.

Pentru asigurarea omogenității și continuității vinei de pulberi din dozator se utilizează o construcție specială a acestuia cu funcționare în baza formării suspensiilor electromagnetice [8].

Concluzii

Astfel, analiza rezultatelor obținute la diferite etape de cercetare a permis autorilor de a elabora metoda determinării elementelor regimului de formare a straturilor de depunere din pulberi metalice cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls, stabilind că durata impulsului unei descărcări în impuls este funcție de parametrii conturului de descărcare a generatorului și se determină prin osciloscopare; aceasta trebuie să fie egală atît cu timpul de topire a particulelor de pulberi cît și cu timpul de parcurgere a interstițiului de către acestea; pentru formarea depunerilor calitative pe suprafața de prelucrat a piesei se va forma faza lichidă a materialului acesteia.

Bibliografie

1. Гитлевич А. Е., Михайлов В. В., Парканский Н. Я., Ревуцкий В. М., Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев. - Штиинца. - 1985. - 196 с.
2. Топала П. А., Гитлевич А. Е., Негара И. Х., Беляков А. В. Упрочнение металлических поверхностей при электроискровом нанесение покрытий из порошковых материалов // Повышение надежности и долговечности материалов и деталей машин на основе методов термической и химико-термической обработки. - М., 1988. - С. 73-80.
3. Topală P., Epureanu A., Balanici A., Cănanău N., Bălcănuță N. Straturi cu proprietăți antifricțiune obținute cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls // Tehnologii Moderne Calitate Restructurare. - Chișinău, 2003. - P.182.
4. Topală P., Epureanu A., Balanici A., Cănanău N., Bălcănuță N. Structura metalografică a straturilor din pulberi metalice formate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls // Tehnologii Moderne Calitate Restructurare. - Chișinău, 2003. - P.186.
5. 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.
6. Topala P., Balanici A., Ursan B. Mișcarea particulelor de praf metalic în cîmpul descărcării electrice în regim de subexcitare // Sesiunea de comunicări științifice. - Pitești, 1992. - P 92-96.
7. Topală P. Cercetări privind obținerea straturilor de depunere din pulberi metalice prin descărcări electrice în impuls: Rezumatul tezei de doctorat. - București, 1993. - 32 p.

Prezentat la 16.04.2004