

INTERACȚIUNEA PARTICULELOR DE PULBERI CU CANALUL DE PLASMĂ AL DESCĂRCĂRII ELECTRICE ÎN IMPULS

TOPALĂ P., OLARU I., BALANICI A., PERETEATCU P.

Key words: particles, powder, discharge, impulse, plasma.

Abstract: In the arc presented the research results regarding the mechanism fusion particles of metallic powder in the plasma channel of electric discharger in impulse. It is settled that the powder is an integrant part of the discharger circuit and the fusion are taking place warm as warm changing with the plasma as well as Joule-Lentz airtily warmth passing the electric current the rough it.

Una din metodele contemporane de formare a straturilor de depunere, ce se bucură de un șir de priorități cum ar fi diversitatea mare a materialelor utilizate, posibilitatea formării straturilor de tip sândviș, asigurarea unei adeziuni perfecte cu materialul piesei, simplitatea realizării metodei și utilajului aplicat, etc, este cea a electroeroziunii.

Într-un șir de lucrări [1,2,5] a fost deja demonstrat că, transferul de material pe suprafața prelucrată este condiționat de forțele electrodinamice, iar timpul de transfer al lor este suficient pentru ca acestea să se contopească cu suprafața pe durata descărcării în impuls, însă pentru a obține o depunere calitativă este necesar ca în același timp particula de pulbere să se și topească. Pentru practicieni este important a putea determina durata de topire a particulelor de pulberi ce nimeresc în interstițiul descărcării electrice în impuls. Autorii lucrărilor ce țin de această metodă [3,4] au elaborat relații de calcul a timpului de topire a particulelor, ținând cont de proprietățile materialului pulberilor, dimensiunile particulelor și de topirea lor prin schimbul de căldură cu plasma canalului descărcării electrice în impuls. Este oare corect a pune problema astfel?

În [1] s-a demonstrat experimental că, particula de pulberi ce se află în interstițiu devine parte integrantă a circuitului de descărcare adică prin ea circulă curent electric. Ar fi logic să punem întrebarea, în ce măsură căldura căldura Joule-Lentz influențează topirea particulelor de pulberi și poate oare acest efect fi neglijat la calculul timpului de topire a particulelor. Forma geometrică a particulelor de pulberi aplicate la formarea straturilor de depunere poate fi sferică, aciculară, neregulată etc. pentru a simplifica precăutarea problemei considerăm că acestea au forma de sferă. La o primă aproximare pe acestea le vom înlocui cu o particulă cilindrică a cărei diametru este egal cu cel real al fracției pulberii, iar lungimea o vom calcula reeșind din faptul că volumul particulei este o mărime constantă:

$$V = \text{const} \quad \text{sau} \quad \frac{4}{3}\pi r^3 = \pi r^2 l \quad (1)$$

din care rezultă că particula precăutată va avea raza r și lungimea $l = 4r/3$. Cantitatea de căldură degajată în particulă pe contul efectului Joule-Lentz va fi:

$$Q_{J-L} = \int_0^{\tau} I_p^2(t) R dt = \int_0^{\tau} I_p(t) U_p(t) dt \quad (2)$$

în care $I_p(t)$ – este intensitatea curentului în particulă, R – rezistența activă a particulei.

Mărima curentului în interstițiu este variabilă în timp, canalul se dilată și dimensiunea lui transversală poate depăși de mai multe ori dimensiunea particulei din care motiv nu putem socoti că curentul ce circulă prin interstițiu circulă și prin particulă.

Din mai multe surse se cunoaște că, căderea de tensiune pe interstițiu este funcție numai de mărimea lui și nu de curentul ce curge prin el. Deci în acest caz, putem admite că, $d_{c,p} \sim I$ și că densitatea curentului în interstițiu pe parcursul unei descărcări este o mărime constantă egală cu:

$$j = \frac{4I_{max}}{\pi d_{cr}^2} \quad (3)$$

în care I_{max} – este valoarea amplitudinei curentului în impuls, d_c – diametrul craterului de eroziune pe suprafața piesei. Introducînd valoarea lui j

$$\text{(determinată experimental) în relația: } w_p = j(\pi b_0^2) U_p t \quad (4)$$

în care U_p este căderea de tensiune măsurată experimental prin osciloscopare, putem determina cantitatea de căldură Joule-Lentz ce se degajă pe particulă în decursul unei descărcări electrice în impuls. Respectiv cunoscînd-o pe aceasta vom putea calcula cu cît poate crește temperatura unei particule de pulberi în această perioadă de timp.

Măsurarea corectă a căderii de tensiune pe particula de pulberi ce se află în interstițiu este foarte importantă, deoarece reeșind din relația (4) aceasta este de

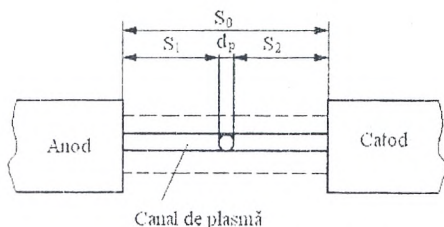


Fig.1. Interstițiu cu particulă de pulberi în el

mărimea efectivă a lui se va

$$\text{calcula cu relația: } S_e = S_1 + S_2 \text{ sau } S_e = S_0 - d_p \quad (5)$$

În cazul cînd determinăm căderea de tensiune pe particula de pulberi ar fi o eroare să considerăm că aceasta este pur și simplu egală cu diferența căderii de tensiune pe interstițiul cu pulberi minus căderea de potențial pe interstițiul fără pulberi. Dacă analizăm fig.2 putem ușor observa că, în cazul prezentei particulei de pulbere în interstițiu, căderea totală de tensiune pe acesta poate fi exprimată cu relația:

$$U_{sp} = U_a + U_1 + U_p + U_2 + U_c \text{ și } U_p = U_{ap} + U_{Rp} + U_{cp} \quad (6)$$

în care: U_{ap}, U_{Rp}, U_{cp} sunt respectiv căderea de tensiune anodică, căderea de tensiune pe rezistența activă și cea catodică a particulei de pulberi. A măsura în mod direct căderea de tensiune pe particula de pulberi este practic imposibil din care motiv se propune a măsura la început căderea sumară de tensiune pe interstițiul în care se află și particula (sau particulele care de fapt vor prezenta niște elemente a circuitului și ca rezultat pe ele va cădea aceeași diferență de potențial) de pulberi, apoi știind mărimea interstițiului efectiv, în aceleași condiții numai în lipsa pulberilor se va măsura căderea de tensiune pe acesta pentru o descărcare electrică în impuls.

Astfel putem scrie relația de calcul a căderii efective de tensiune pe particula de pulberi ce se află în interstițiu în procesul formării straturilor de depunere prin descărcări electrice în impuls cum urmează: $U_{pe} = U_{sp} - U_{se} \quad (7)$

Ținînd cont de faptul că timpul de topire a particulelor de pulberi este funcție atît de granulația lor cît și de proprietățile materialului de eleborare a lor reeșind din [4] putem

$$\text{scrie: } \tau_m = \frac{b_0 Q_m \rho}{3q_\Sigma} \quad (8)$$

în care b_0 este raza particulei de pulberi, Q_m căldura specifică de topire a materialului pulberii, ρ densitatea lui iar q_Σ fluxul sumar mediu de energie

fapt unul dintre parametri de care cantitatea de căldură degajată pe particulă este funcție direct proporțională.

În cazul cînd în interstițiu nu sunt particule de pulberi mărimea lui efectivă S_e este egală cu S_0 (vezi fig.1), iar pentru cazul cînd în interstițiu este o particulă de pulberi de diametru d_p ,

pe particula de pulberi care fiind cond de cele expuse anterior în [3,4,5] și luînd în considerație căldura Joule-Lentz acesta poate fi determinat cu relația:

$$q_{\Sigma} = \frac{kW_s}{2\pi d(S+d)t} + \frac{w_p}{A_p t} \quad (9)$$

care W_s -este energia degajată în interstițiu, S- mărimea efectivă a interstițiului, d - diametrul craterului cu fază lichidă de pe suprafața piesei, w_p -energia Joule-Lentz degajată pe particulă și A_p -aria suprafeței particulei de pulberi. Astfel penru particulele din pulberi cu diametrul fracțiunii de $100 \mu m$ executate

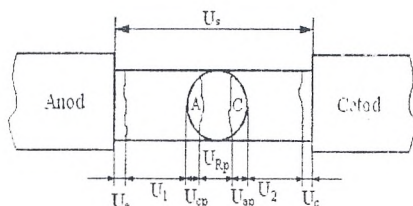


Fig. 2. Particula de pulberi ca parte integrantă a circuitului de descărcare electrică în impuls

formarea straturilor de depunere din pulberi metalice prin metoda descărcărilor electrice în impuls particulele de pulberi devin parte integrantă a conturului de descărcare și topirea lor este influențată puternic de încălzirea lor și prin efectul Joule-Lentz.

din Cu, W, și Fe energia degajată pe rezistența activă a acestora în decursul unei descărcări electrice în impuls este destul de considerabilă iar fluxul de căldură sumar pe ele crește de 1.7...2.5 ori, respectiv micșorându-se durata topirii lor. Acest fapt se confirmă experimental, obținîndu-se straturi de depunere din particule cu granulație și mai mare decît cea indicată.

Astfel putem concluda că, la formarea straturilor de depunere din pulberi metalice prin metoda descărcărilor electrice în impuls particulele de pulberi devin parte integrantă a conturului de descărcare și topirea lor este influențată puternic de încălzirea lor și prin efectul Joule-Lentz.

Received February 25th, 2005

University Belsy of Moldova
ionolaru@www.mail.ru

Bibliografie:

1. Ghitlevici A.E., Topală P.A., Revuțchi V.M., Șistic V.M., Vzaimodeictvie ceastiț poroșca s canalom impulsnogo razreada v usloviah elektroiskrovogo nanesenia pokritii, Kișinev, Elektronnaea obrabotka materialov, Nr 6, pg.20...25.
2. Topală P.A., Balanici A.M., Ursan B.A., Mișcarea particulelor de praf metalic în câmpul descărcării electrice, Sesiunea de comunicări științifice, Pitești, Romania, 1992, pg.88...94.
3. Topală Pavel, Topirea particulelor de pulberi metalice în plasma descărcării electrice în impuls, Tehnolgiei moderne, calitate, restructurare, Chișinău, Tehnico Info, 1999, pg.276...278.
4. Topală Pavel, Balanici Alexandru, Bălăcănuță Nicolae, Determinarea elementelor regimurilor de formare a straturilor de depunere din pulber metalice prin aplicarea descărcărilor electrice în impuls., Analele științifice ale USB A.Russo din Bălți, 2003, pg.66...70.