

C.Z.U.621.9.048.4.

TENSIUNI REMANENTE ÎN STRUCTURILE SUPERFICIALE FORMATE LA ALIERE PRIN METODA ELECTROEROZIUNII ÎN CÎMP MAGNETIC

Pavel Pereteatcu, Boris Ursan

(Universitatea de Stat „Alec Russo”, Republica Moldova)

În lucrare sînt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind aprecierea tensiunilor remanente în straturile superficiale obținute la alierea prin scînteii electrice în cîmp magnetic. Rezultatele cercetărilor experimentale au demonstrat că pentru anumite valori ale vectorului inducției cîmpului magnetic, mărimea tensiunilor remanente este cu mult mai mică decît în cazul alierii cu scînteie electrică în lipsa cîmpului.

Este cunoscut faptul că în straturile superficiale, în procesul alierii cu scînteii electrice (ASE), apar tensiuni remanente de întindere [1, 2, 3, 4], a căror valoare este cu atît mai mare, cu cît este mai mare energia descărcărilor electrice în impuls prin intermediul cărora se efectuează prelucrarea. Pînă la o anumită limită tensiunile remanente din straturile de depunere sînt benefice, provocînd sporirea durității acestuia, însă dacă se depășește o anumită mărime numită critică, care este funcție de proprietățile materialului de depunere, pot fi observate și fenomene de distrugere a stratului format. Din aceste motive, este necesară studierea comportării diferite materiale la formarea straturilor de depunere prin metoda sus-numită în cazul cînd asupra interstițiului se va aplica un cîmp magnetic.

Pentru măsurarea tensiunilor remanente în straturile superficiale de depunere prin metoda ASE cu suprapunerea pe interstițiu a cîmpului magnetic au fost preparate epruvete speciale confecționate din oțeluri „Cr 3” și „Cr 45” în formă de plăcuțe cu dimensiunile 10x2x100 mm. După rectificare, acestea au fost supuse recoacerii în vid pentru a înlătura tensiunile remanente, provocate de prelucrarea mecanică (deformații elastice și plastice, ecrusarea etc.). Acestea din urmă pot influența rezultatele măsurărilor. Epruvetele erau supuse prelucrării prin aliere pe o parte a plăcuței, cu ajutorul instaslației EFI-10M la regimul cu energia descărcării egală cu 3,0 J.

Formarea straturilor de depunere (din Ni, Cr și aliajul „BK 20”) pe suprafețele prelucrate a epruvetelor se execută cu timpul specific de aliere de 1 min/cm². Asupra interstițiului s-au aplicat cîmpuri magnetice, vectorul inducției cărora varia în limitele 0...0,1 T.

După cum s-a menționat, apariția tensiunilor remanente, în general, și la prelucrarea cu ASE, în particular, este condiționată de modul decurgerii procesului de deformare elasto-plastică și de transformările de fază în volume mici și strict localizate a catodului-piesă. Acesta se formează prin acțiunea fasciculelor de ioni în procesul descărcărilor electrice în impuls pe suprafață și a șocului materialului prelevat de pe suprafața anodului pe cea a piesei și, desigur, de acțiunea de scurtă durată a surselor punctiforme de căldură [4].

Descărcările electrice în impuls, cu o durată de zeci și sute de microsecunde, cu o densitate a puterii de 10^5 – 10^{12} W/cm², provoacă o încălzire superficială rapidă (cu gradient de temperatură în spațiu de $\sim 10^6$ K/cm și cu viteze de cca $\sim 10^7$ – 10^{11} K/sec). Răcirea volumelor mici de material topit decurge cu viteze apropiate de cele critice. La ASE în straturile superficiale au loc procese micrometalurgice însoțite de transformări de fază și structură (în particular are loc călirea, practic, din faza lichidă cu formarea unei structuri fine a stratului de depunere). În acest caz, asupra mărimii tensiunilor remanente vor influența și aceste fenomene. În același timp, dacă alierea cu scînteii electrice se efectuează cu aplicarea suplimentară a cîmpului magnetic asupra interstițiului, atunci ne putem aștepta la transformări martensitice similare cazului călirii și revenirii executate în mod clasic [5]. Intensificarea fenomenelor de descompunere a martensitei conduce la micșorarea tensiunilor remanente și viceversa: procesele de formare a martensitei provoacă sporirea valorilor acestora. Intensificarea proceselor de relaxare sub acțiunea cîmpului magnetic, în majoritatea cazurilor, constituie factorul principal de schimbare a epurii tensiunilor remanente. În același timp, micșorarea valorilor tensiunilor remanente în procesele de tratare termică în cîmpuri magnetice micșorează probabilitatea distrugerii fragile din cauza formării fisurilor și conduce la diminuarea deformațiilor oțelurilor călite, creează condiții favorabile de exploatare a pieselor în cîmpuri de forțe variabile și a frecării abrazive.

Din analiza datelor experimentale obținute rezultă că, atît în cazul lipsei, cît și în cel al aplicării cîmpului magnetic asupra interstițiului, la ASE în straturile superficiale ale epruvetelor iau naștere tensiuni remanente axiale de întindere.

Influența valorii inducției cîmpului magnetic se reduce la următoarele: în cazul alierii suprafeței cu electrozi din nichel mărirea valorii inducției pînă la 0,08 T duce la micșorarea tensiunilor reziduale axiale de întindere, iar pentru valori mai mari ale inducției magnetice are loc o creștere a tensiunilor reziduale (vezi tabelul).

Schimbarea rezistenței mecanice s ale oțelurilor „Cr 3” și „Cr 45” supuse ASE în dependență de valoarea inducției cîmpului magnetic, B

s , Mpa \ B, T	0,0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
Ni/Oțel 3	1	0,77	0,96	0,89	0,79	1,16
Ni/Oțel 45	1	1,4	0,89	0,74	0,36	1,31
Cr/Oțel 3	1	1,04	0,94	0,30	0,78	0,72
Cr/Oțel 45	1	0,68	0,58	0,04	1,15	0,60
BK 20/Oțel 3	1	1,29	1,35	1,24	1,16	1,21
BK 20/Oțel 45	1	1,52	1,56	1,53	1,18	1,61

Pentru o valoare a inducției cîmpului magnetic de 0,08 T nivelul tensiunilor reziduale axiale sînt cu 21% mai mici, decît în lipsa cîmpului magnetic, iar pentru B=0,1T se observă o creștere a tensiunilor reziduale axiale. În cazul alierii oțelului cu anozii din crom în cîmp magnetic se observă o micșorare a tensiunilor reziduale axiale odată cu creșterea mărimii inducției magnetice. La aplicarea unui cîmp magnetic de mărimea B=0,06 T, tensiunile axiale de întindere constituie cca 70%,

față de cazul alierii cu electrozi din Ni. O creștere în continuare a valorilor inducției magnetice duce la creșterea nivelului tensiunilor reziduale axiale, care însă nu întrece acel nivel inițial ce se realizează la alierea cu crom în lipsa câmpului magnetic. Se poate constata faptul că, în cazul alierii oțelului cu electrozi din nichel și crom, există valori ale inducției magnetice pentru care se observă o scădere bruscă a nivelului tensiunilor reziduale axiale de întindere.

La alierea cu electrozi de „BK 20”, se observă o altă legitate: odată cu creșterea inducției magnetice pînă la $B=0,04$ T are loc o mărire a nivelului tensiunilor reziduale axiale de întindere pînă la 35%, iar pentru $B=0,06-0,1$ T se observă descreșterea acestui nivel, însă valorile tensiunilor reziduale rămân cu 16-24% mai mari, în comparație cu acele valori care se realizează la alierea fără utilizarea câmpului magnetic (vezi tabelul).

Așadar, rezultatele cercetărilor experimentale demonstrează, că câmpul magnetic în procesul ASE influențează substanțial caracterul distribuirii tensiunilor reziduale în straturile superficiale: micșorarea nivelului tensiunilor reziduale de întindere în straturile superficiale obținute prin ASE cu Ni și Cr în câmp magnetic, pentru valori ale inducției câmpului magnetic egale cu 0,06 T și 0,08 T, se explică prin manifestarea fenomenului oscilației intensității formării fazei martensitice sub acțiunea câmpului magnetic; la energii de descărcare de pînă la 3 J se formează o cantitate mare de fază martensitică și apar tensiuni reziduale de comprimare, cea ce confirmă că nivelul total ale tensiunilor reziduale este cu mult mai mic, decît la ASE în lipsa câmpului magnetic.

Concluzii:

- micșorarea nivelului tensiunilor reziduale de întindere în straturile superficiale obținute prin ASE cu Ni și Cr în câmp magnetic, pentru valori ale inducției câmpului magnetic egale cu 0,06 T și 0,08 T, se explică prin manifestarea fenomenului oscilației intensității formării fazei martensitice sub acțiunea câmpului magnetic;
- la energii de descărcare de pînă la 3 J, se formează o cantitate mare de fază martensitică și apar tensiuni reziduale de comprimare, fapt ce confirmă că nivelul total ale tensiunilor reziduale este cu mult mai mic decît la ASE în lipsa câmpului magnetic.

Bibliografie

1. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. *Электроискровое легирование металлических поверхностей*. // Под ред. академика АН МССР Ю.Н. Петрова, Кишинев, Штиинца, 1985, с.195.
2. Игнатьков Д.А. *Остаточные напряжения в неоднородных деталях*, Кишинев, Штиинца, 1992.
3. Игнатьков Д.А. *К образованию остаточных напряжений при электроискровом легировании* // Электронная обработка материалов, Кишинев, 2001, №4, с. 9-14.

4. Mikhailov, V., Pasinkovsky, E., Grutsiuk, S., Volodina, G., Mîndrutsa, M., Pereteatcu, P. *Phase-structural transformations and rezidual stresses at carbon steelstrengthened by electrospark doping and electrolitic chemical heat treatment* // International Conference BALTTTRIB-99, 21-22 september 1999, Kaunas, Lithuania, 1999.
5. Бернштейн М.Л., Пустовой В.Н. *Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле*, Москва. Машиностроение, 1989.

RESIDUAL PRESSURES IN SUPERFICIAL STRUCTURES CREATED BY ALLOYING WITH ELECTRIC SPARCS IN A MAGNETIC FIELD

Pavel Pereteatcu, Boris Ursan

(State University „Alecu Russo”, Republic of Moldova)

The article deals with residual pressures in the superficial strata created through the alloyis with the electric sparks in the magnetic field. Experimental researches proved that due to certain values of magnetic induction, the general level of residual pressure is much smaller that in the case of alloyage with electric spark in the absence of the field.

Prezentat la redacție la 27.12.05