

**CONTRIBUȚII PRIVIND MODIFICAREA SUPRAFETELOR
OȚELULUI INOX ȘI AL ALIAJULUI DE TITAN OT4 LA ALIEREA
PRIN SCÂNTEI ELECTRICE CU ELECTROZI DIN GRAFIT ȘI
METALE TRANZITORII DIN GRUPELE IV-VI A SISTEMULUI
PERIODIC**

NATALIA KAZAK

Institutul de Fizică Aplicată AȘM

Introducere. În lume se observă o cerere crescândă a utilizării oțelurilor inoxidabile și a titanului, în special, în industria alimentară, farmaceutică și în alte domenii, în care se impun cerințe înalte față de rezistența la coroziune a organelor de mașini, ce funcționează în medii agresive. În același timp organele de mașini confecționate din aceste materiale posedă o rezistență joasă la uzare, ceea ce limitează considerabil folosirea pe larg a acestora, fără modificarea suprafețelor lucrătoare în vederea durificării lor. Există o gamă largă de metode de durificare a suprafețelor metalice, atât tradiționale, cât și neconvenționale. În acest sens un interes mai mare îl prezintă metodele electrofizice de prelucrare care, asigură o aderență a

materialului depus cu suportul cu mult mai mare, decât în cazul altor metode. Între metodele electrofizice de modificare a suprafețelor metalice un rol deosebit îi aparține alierii prin scânteii electrice (ASE), care are o serie de avantaje, cum ar fi aderența deosebit de mare a materialului depus cu suportul, posibilitatea depunerii a diferitor materiale, ce conduc curentul electric, posibilitatea prelucrării (durificării) pe locuri strict predestinate, fără a demonta utilajele, simplitatea realizării procesului și consum mic de materiale și energie. Analiza utilizării metodei alierii prin scânteii electrice (ASE) de-a lungul anilor ne demonstrează, că tradițional pentru durificarea organelor de mașini și a sculelor se folosesc electrozi din aliaje dure pe bază de carburi metalice de tip „MeC”. Cele mai frecvente folosite sunt aliajele de tip „BK” - pe bază de carbură de wolfram (WC+Co) și de tip „TK” – pe bază de carburi de wolfram (WC) și titan (TiC) + Co.

Prețurile înalte ale wolframului și cobaltului și micșorarea drastică a rezervelor din scoarța terestră impun necesitatea găsirii unor soluții alternative de înlocuire a acestor materiale deficitare cu altele mai ieftine și mai accesibile.

Alierea prin scânteii electrice cu electrozi din grafit și metale tranzitorii

Aliajele supradure pe bază de carburi metalice se obțin prin sinterizare în rezultatul reacției dintre un metal tranzitoriu din grupele IV-VI ale sistemului periodic și carbonul. Se poate de presupus că folosind grafitul ca sursă de carbon în calitate de electrod de prelucrare și unul din materialele tranzitorii - în rezultatul interacțiunii acestora cu plazma descărcărilor în impuls în procesul ASE pe suprafața astfel prelucrată se pot forma carburi de tip MeC, alte faze dintre materialele anodului și ale catodului.

Primele tentative de utilizare a grafitului în calitate de electrod de aliere prin scânteii electrice a oțelurilor carbon de construcție le găsim în lucrările [1-3]. Autorii acestor lucrări au stabilit că la ASE a oțelurilor carbon cu electrod din grafit, în prima fază s-a observat o interacțiune selectivă (cementarea) metalului în fază lichidă cu mediul înconjurător, sau cu al doilea electrod (cu catodul). În a doua fază – formarea structurilor metastabile pe cele, ce s-au format inițial și din componenta microzonei prelucrate a electrodului metalic, în urma procesului călirii „punctiforme”. Astfel, în a doua fază a procesului, urmată imediat după prima, adică la călirea ”punctiformă” a microzonei are loc cristalizarea austenitei din ”micro”-topitură, după care urmează transformările secundare de fază. Ultimile se finalizează nu numai cu transformarea austenită martensită dar și cu formarea martensitei (carburilor).

Cercetările în această direcție au fost continuate de Moghilevski și Cepovaia [4], care și-au pus scopul studierii stratului alb de înaltă duritate ce se formează pe suprafețele metalice practic în toate situațiile alierii prin scânteii electrice, strat, ce nicidecum nu putea fi identificat cu soluțiile tradiționale de decapare pe bază de acid azotic a aliajelor de fier.

Au urmat multiple experimente cu toate metodele existente de studiere a corpului solid care s-au soldat cu selectarea unei soluții cu capacitatea de a identifica structura stratului alb la rezoluții - limită a microscopului optic ($\sim x 2000$). Astfel s-a stabilit că în rezultatul acțiunii plasmei descărcărilor electrice în impuls la alierea prin scânteii electrice cu electrozi din grafit în straturile superficiale ale oțelului se formează ace de martensită pe fonul eutecticii din cementită și austenită. Zona de difuzie a carbonului se extinde până la adâncimea de 250 μm .

Prezintă interes rezultatele cercetării procesului ASE cu electrozi din grafit a titanului, metal tranzitoriu cu înaltă afinitate față de carbon, fapt ce ușor formează carburi de tip MeC [4] Scopul lucrării a fost stabilirea condițiilor (energia descărcărilor, frecvența trecerii impulsurilor, timpul prelucrării) de obținere în straturile superficiale ale titanului a carburii de titan. În calitate de catod-piesa s-au folosit probe de titan tehnic BT1, aliaje BT6, BT3-1, BT14, BT20, BT23, OT4, iar ca anod – bare de grafit МИП-6 și ЭГ cu secțiunea transversală $2 \times 3 \text{mm}^2$ și $3 \times 3 \text{mm}^2$.

Analiza fizică a arătat că în straturile superficiale formate în rezultatul ASE cu electrozi din grafit în diapazonul de parametri stabiliți 0,1-3,0 J se formează trei faze: Ti, TiC și grafit. S-a mai observat că cantitatea de TiC se mărește odată cu creșterea valorii energiei descărcării în impuls.

În prezenta lucrare s-a pus sarcina sintetizării fazelor de carburi pe suporturi din diferite metale, folosind în calitate de electrozi grafitul și unele metale tranzitorii: Ti, W, Cr și Mo. Aceste metale au fost selectate luându-se în considerare faptul că acestea sunt parte componentă a aliajelor dure pe bază de carburi metalice, ce se folosesc pe larg în industria constructoare de mașini în calitate de componente a sculelor așchietoare.

Metodica experimentului. Procesul ASE s-a efectuat, utilizând instalații industriale „Элитрон – 22”, „ЭФИ -10М” și o serie de instalații experimentale într-un diapazon larg de energii și frecvențe ale impulsurilor electrice.

În calitate de electrozi de prelucrare s-au folosit bare din grafit și metale tranzitorii cu diametrul de 4-5mm, cât și cu profile pătrate 4x4mm. Pentru fiecare cuplu de anod-catod s-a determinat timpul specific de prelucrare (min/cm^2) pe baza relației: $\gamma = f(W; t)$, unde γ - este adaosul catodului, W – energia descărcărilor în impuls (J) și t - durata prelucrării (min). Controlul

adaosului catodului s-a efectuat cu cântarul analitic АДВ – 200М, iar ca dispozitive de realizare a procesului s-au folosit aplicatoare cu vibrații și rotații.

Frecvența vibrațiilor varia între 100 și 300 Hz iar a rotațiilor între 800-1200 rot/min și frecvența trecerii impulsurilor 100-1000 Hz. Procesul ASE s-a efectuat atât în regim manual cât și mecanizat, iar procesul a fost condus de un sistem electronic de menținere constantă a interstițiului. Analiza fazică s-a efectuat cu difractometrul ДРОН – 7 în reflexia $\text{CuK}\alpha$. Măsurarea microdurității s-a efectuat cu microdurimetrul ИИМТ-3. Studiul structurii probelor acoperite s-a făcut cu ajutorul microscopului optic NEOFOT-22.

Procesul ASE s-a efectuat mai întâi cu electrod din grafit, apoi cu unul din electrozii metalelor tranzitorii Ti, W, Cr sau Mo.

Analiza rezultatelor cercetării. La prelucrarea cu grafit transferul de masa a anodului pe catod are loc în formă de ioni și atomi ai carbonului, cât și cu particule minuscule de grafit, așa cum a fost stabilit în lucrarea [5]. Stratul modificat se formează în rezultatul interacțiunii fluxului de atomi de carbon și a fazei lichide ale catodului, asigurând difuzia atomilor de carbon în matrice, astfel că acesta nu crește de-asupra suprafeței inițiale a catodului.

Ulterior, prelucrând aceeași suprafață cu un electrod din metal tranzitoriu, interacțiunea plasmei descărcărilor în impuls are loc cu materialul anodului și cu acela din straturile superficiale ale catodului, îmbogățit în prealabil cu carbon. Era de așteptat, ca în rezultatul acestei interacțiuni a materialelor în condiții de înalte temperaturi și presiuni, ce se dezvoltă în canalul plasmei descărcărilor în impuls, să se formeze o serie de compuși, aliaje, soluții solide și a.

Analiza cu raze X a straturilor superficiale ale catodului astfel prelucrat a demonstrat formarea mai multor faze cum ar fi: MeC, Me și carbon în stare liberă.

De exemplu la ASE a suprafeței aliajului de titan OT4 mai întâi cu grafit, iar mai apoi cu titan s-au depistat fazele TiC, Ti, C (Fig.1). Adică în procesul ASE sub acțiunea descărcărilor electrice în impuls are loc un proces micrometalurgic cu formarea unei game largi de faze, soluții solide conform diagramelor de echilibru, cât și structuri metastabile.

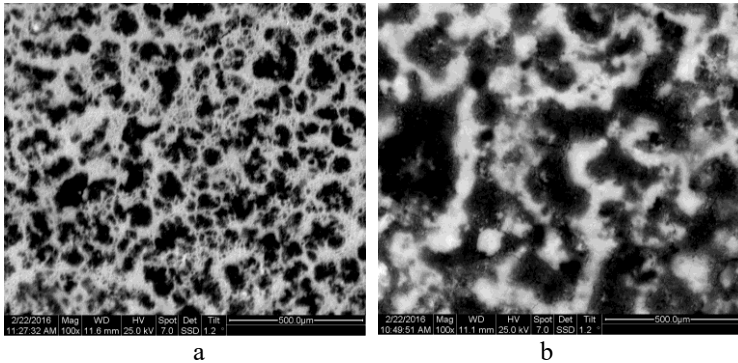


Figura 1. *Aspectrul stratului superficial obținut la ASE al Ti cu electrod din grafit la diferite regimuri energetice (W): a. W=0,3 J; b. W=3,0 J*

Rezultate similare au fost obținute și în cazul alierii succesive cu electrozi din grafit și Mo, W, sau Cr. În unele cazuri, la anumite valori ale energiei descărcărilor în impuls, în straturile prelucrate s-au depistat faze amorse. Aceasta se datorează vitezei deosebit de mari a răcirii materialului topit al anodului ajuns pe suprafața catodului.

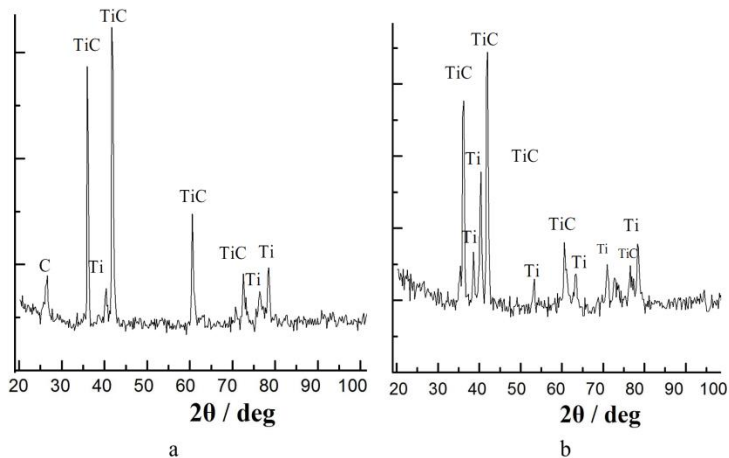


Figura 2. *Difractogramele obținute de pe suprafața probelor de Ti, durificate la diferite regimuri (W): a. W=0,3 J; b. W=3,0 J*

La măsurarea microdurității în zona durificării titanului cu grafit s-au obținut valori între 940 și 1170 kgf/mm², ceea ce corespunde valorilor microdurității la ASE cu aliaje dure pe bază de carburi, cum ar fi aliajul BK8 (92%WC+8%Co).

Studiul mai detaliat al procesului ASE ne-a permis să optimizăm calitatea straturilor formate: continuitatea, uniformitatea și rugozitatea în raport cu valoarea energiei descărcărilor. Astfel s-a stabilit, că la valori ale energiei descărcărilor de cca 0,25...0,35 J s-au obținut acoperiri cu mult mai calitative, decât în cazul prelucrării cu energii, ce depășesc aceste valori (Fig. 2). Din pozele prezentate se vede bine, că în cazul ASE cu valori ale energiei de 0,3 J stratul obținut este mai continuu și cu rugozitate mai scăzută (Fig.1, a), ceea ce nu se poate spune despre straturile obținute la un regim cu valori ale energiei într-un diapazon de 1,0...3,0 J (Fig.1, b).

Concluzii: În rezultatul cercetărilor procesului de aliere prin scânteii electrice cu electrozi din grafit și metale tranzitorii Ti, Cr, Mo și W în succesiunea: Grafit -Me - Grafit s-a stabilit posibilitatea sintetizării în straturile superficiale ale metalelor supuse prelucrării a carburilor metalice dintre Me și C astfel, creindu-se premise de înlocuire a electrozilor standardizați deficitari și scumpi.

Bibliografie:

1. Л. С. Палатник, И. М. Любарский, В. Т. Бойко. О структуре «белой зоны», Физика металлов и металловедение, т. II, вып. 2, 1956.
2. Л. С. Палатник. Рентгенофизическое исследование превращений в поверхностном слое металлов, подвергавшихся действию электрических разрядов. «Известия АН СССР, серия физическая», т. XV, 1951, № 1, стр. 80—86.
3. Л. С. Палатник. Превращения в поверхностном слое металла под действием электрического разряда. «Известия АН СССР, серия физическая», т. XV, 1951, № 4.
4. Могилевский И.З., Чеповая С.А. Металлографическое исследование поверхностного слоя стали после электроискровой обработки металлов // Электроискровая обработка металлов. Москва: Изд-во АН СССР. Вып. 1. С. 95—116.
5. Лазаренко Н.И. Изменение исходных свойств поверхности катода под действием искровых им - пульсов, протекающих в газовой среде // Электроискровая обработка металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1957. Вып. 1. С.70—94.
6. «Теория и практика механической и электрофизической обработки материалов». / Материалы международной научнц-технической конференции Комсомольск-на-Амуре 2009, ч.2 – 333с.