

**Atelierul nr. 2**  
**REALIZĂRILE PRACTICE ÎN ȘTIINȚE FIZICE, CHIMICE ȘI ALE NATURII**

CZU 691.714:621.785

**CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND PRELUCRAREA COMPLEXĂ**  
**A OȚELURILOR CU UN CONȚINUT DE CARBON < 0,35%**

**Pavel PERETEATCU, dr., conf. cerc.,**  
**Alexandr OJEGOV, dr., conf. univ.,**  
**Vladislav RUSNAC, dr., conf. univ.,**  
**Cornel CRACAN, asist. univ., inginer,**  
**Ion ȚIGANAȘ, asist. univ., inginer,**  
*Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului,*  
*Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți*

**Abstract:** *The paper presents some results of the complex processing of metal surfaces made of steel with a carbon content  $\leq 0.35\%$ . The complex processing was performed in different consecutiveness: ESA + CHTT and CHTT + ESA. Electrodes – anodes for ESA were made of Chromium and Aluminum. The obtained results demonstrated the effectiveness of such processing, which finally leads to the improvement of some physical-mechanical characteristics of the metal surfaces.*

**Keywords:** *complex processing, chemical-thermal treatment, electrolytic plasma, operating characteristics.*

La etapa actuală un interes deosebit se acordă îmbunătățirii fiabilității și durabilității organelor de mașini și mecanisme.

Această problemă se manifestă prin două aspecte: mai întâi este vorba despre utilizarea unor materiale noi care dispun de proprietăți corespunzătoare cerințelor înaintate mai ales că se observă o continuă tendință a miniaturizării însăși a mașinilor și aparatajului modern iar al doilea utilizarea materialelor nedeficitare cu condiția că aceste materiale vor obține proprietăți de exploatare necesară.

Un rol deosebit în rezolvarea acestei probleme îi revine aplicării metodelor electrofizico-chimice de prelucrare a materialelor cu alte cuvinte a tehnologiilor neconvenționale care se bazează pe acțiunea surselor concentrate de energie pe suprafețele materialelor supuse prelucrării cât și fenomenele care au loc la interacțiunea acestor surse cu suprafața [1-3].

Un alt aspect al utilizării metodelor electrofizico-chimice de prelucrare constă în îmbinarea a două sau mai multe procese într-un procedeu unic care a căpătat de asemenea o aplicare destul de largă în durificarea suprafețelor materialelor metalice.

În prezenta lucrare sau efectuat cercetări asupra oțelurilor cu o concentrație medie a carbonului de 0,3%. Acest oțel este pe larg întrebuințat în diferite domenii ale construcției de mașini fiind un material accesibil și nedeficitar. Neajunsurile utilizării acestui oțel constau în faptul că el nu poate fi tratat termic în scopul obținerii unor structuri cu proprietăți fizico – mecanice adecvate condițiilor de exploatare așa ca rezistența la uzură, coroziune, etc.

Având în vedere că în majoritatea cazurilor funcționarea organelor de mașini decurge prin contactul suprafețelor, devine oportună necesitatea îmbunătățirii proprietăților de exploatare a pieselor. Este cunoscut că pentru oțeluri aceste caracteristici pot fi îmbunătățite convențional prin tratamentul termic – călirea sau chimico-termic – carburarea, nitrurare și cianizare.

O metodă foarte eficientă în acest sens s-a dovedit de a fi prelucrarea suprafețelor metalice în plasma electrolitică de tensiune joasă care după cum este cunoscut este o tehnologie eficientă cu multe avantaje [4]. Însă pentru eficientizarea procesului durificării, în cazul nostru suprafețele metalice au fost supuse unei prelucrări complexe, alierea cu scânteii electrice urmată de tratament termochimic în plasmă electrolitică de tensiune joasă.

ASE s-a efectuat la instalații industriale de tipul EFI 10 M și Elitron 22 cu următoarele caracteristici tehnico-tehnologice, vezi tabelul nr. 1 și 2.

## Caracteristicile tehnice de bază a instalațiilor utilizate pentru ASE

**Tabelul 1**

Nr. d/o	Tipul instalației	Tipul generatorului	Frecvența de oscilație a electrod-sculei, în Hz	Tensiunea pe capacități, V	Tensiunea de lucru, V	Curentul de scurt circuit, V	Curentul de lucru, A	Energia descărcării, J	Numărul regimurilor
1.	EFI - 10M (ЭФИ -10M)	Tiristori	100	15-200	-	2,5-5	0,5-2,5	0,04-6,4	6
2.	Elitron-22 (Элитрон -22)	Tiristori	100	150-90	-	-	0,5-3,0	-	-

## Caracteristicile tehnologice ale instalațiilor utilizate pentru ASE

**Tabelul 2**

Nr. d/o	Tipul instalației	Productivitatea cm <sup>2</sup> /min mg/cm <sup>2</sup>	Grosimea acoperirii depuse, mm	Înălțimea microasperităților acoperirilor, Ra μm
1	EFI - 10M (ЭФИ -10M)	0,25-2; 0,8; 14,7	0,05-0,1	10-20
2	Elitron-22 (Элитрон -22)	Până la 5,0	0,01-0,12	16-80

Tratamentul termochimic în plasmă electrolică s-a efectuat la instalația NITRODUR 11 [4].

Cercetările s-au efectuat pe un eșantion de probe din oțel carbon St de formă paralelipipedică cu următoarele dimensiuni: 30×30×2 mm.

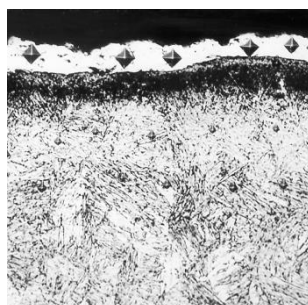
Electrolitul prezenta o soluție apoasă de 10% de clorură de amoniu NH<sub>4</sub>Cl cu adaosuri de glicerină.

Pentru tratamentul chimico-termic a fost aleasă varianta anodică a procesului ca fiind mai eficient după cum se menționează în [4].

ASE a suprafețelor probelor s-a efectuat utilizând în calitate de anodi electrozi din Crom și Aluminu.

După alierea St.3 cu crom în prealabil supus TTCH în electrolit timp de 3min pe suprafață este depistată o cantitate mare de crom, sunt urme de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, spectru de linie puternică a Fe-α și Fe-γ. Ca și în cazul ASE cu nichel a eșantioanelor din St.3 în prealabil încălzite în electrolit la alierea cu crom a fost descoperit același tablou (fig. 1), stratul de la suprafață constă practic din crom pur, mai jos de care este distribuită zona revenirii și difuziei Cr în matrice.

După zona de revenire, încă la TTCH în electrolit, din contul pătrunderii intense a carbonului și azotului s-a format o regiune cu structură metastabilă identificată ca FeC, microduritatea căreia este de 2,0-2,5 ori mai mare, decât a zonelor vecine care are o lățime egală pe toată întinderea acțiunii descărcărilor prin scânteii.



**Fig. 1.** Microstructura eșantionului de oțel St.3 supus prelucrării complexe: tratament plasmochimic în electrolit și ASE: ×500.

Astfel, la alierea suplimentară cu crom a eșantioanelor din oțel St.3, supuse TTCH în electrolit se formează un strat superficial, care constă din 4 zone, și care se deosebește după structură și proprietăți.

### **ASE a oțelului St. 3 cu electrod de aluminiu + TTCH în electrolit**

Pe difractograma suprafeței, durificată cu aluminiu în regim cu energia descărcării de 0,1 J s-au evidențiat două faze: linia FeAl și Fe – α, care este mai puternică, decât prima.

În cazul creșterii energiei descărcării până la 3,0 J difractograma conține linia puternică de Fe -  $\alpha$ , este posibilă linia Al [5], linii slabe de FeAl, FeAl<sub>3</sub> și Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. În pofida faptului, că în procesul ASE la regimurile susnumite are loc un transfer intens de aluminiu pe catod, însă cantitatea acestuia în acoperirea formată este destul de mică ceea ce se explică prin interacțiunea lui cu materialul matricei (catodului) și formarea compușilor intermetalici FeAl, FeAl<sub>3</sub> etc. După TTCH în electrolit a probelor supuse alierii în regimul cu energia descărcării de 0,1 J, pe difractogramă se observă amplificarea liniilor  $\alpha$ - FeAl, apariția liniilor slabe de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, și de asemenea, prezența liniilor puternice de Fe.

În cazul TTCH în electrolit a probelor, prelucrate într-un regim cu energia descărcării de 3,0 J s-au înregistrat linia puternică de Fe -  $\alpha$ , linia care, posibil, aparține Al, liniile slabe de FeAl, Fe<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Analiza micrografică a demonstrat, că straturile obținute prin ASE după TTCH parțial se dizolvă (mai ales asperitățile mai mari), iar defectele, formate în timpul ASE se autotratează, în urma topirii zonelor, care conțin Al pur în rezultatul saltului la suprafața și în interiorul probelor a temperaturilor de până la 850-900<sup>0</sup>C, ceea ce cu mult întrec temperatura de topire a aluminiului. În afară de aceasta, s-a stabilit că cantitatea dioxidului de aluminiu (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), format în procesul ASE în aer la încălzirea ulterioară în electrolit se mărește din contul oxidării aluminiului rămas. Straturile superficiale formate capătă aspectul unor acoperiri durificate structural și într-o mare măsură sunt eterogene.

În întregime, în rezultatul cercetării a diverselor variante ale prelucrării combinate s-a stabilit, că datorită difuziunii și transformărilor intense de fază în zona prelucrării și în afara ei, se mărește semnificativ grosimea straturilor durificate, se îmbunătățește calitatea (se micșorează rugozitatea) se tratează defectele, și, în sfârșit, se creează condiții pentru creșterea resursei acestor acoperiri.

#### **Bibliografie:**

1. ГИТЛЕВИЧ А.Е., МИХАЙЛОВ В.В., ПАРКАНСКИЙ Н.Я., РЕВУЦКИЙ В.М., *Электроискровое легирование металлических поверхностей*. Под ред. акад. АН МССР Ю.Н.Петрова, Кишинев, Штиинца, 1985, с. 195.
2. АРТАМОНОВ Б.А. и другие, *Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов*. Москва, Высшая школа, 1983.
3. ГЕРЦРНКЕИ В.С., ТЫШКЕВИЧ В.М., МАЗАНКО В.Ф., ФАДЬЧЕНКО ВЛ\1. МИХАЙЛОВ В.В., ПЕРЕТЯТКУ Н.В., ПАСИНКОВСКИЙ Е.А., ЯНОВИЧ А.И. *Особенности электроэрозийного легирования и электролитного нагрева с никелевым покрытием* // Электронная обработка материалов. №2-36 1996, С. 11-17.
4. БЕЛКИН, ПАВЕЛ. *Электрохимико – термическая обработка металлов и сплавов*. Издательство «МИР», Москва 2005.
5. MIKHAILOV V., IGNAT'KOV D., PASINCOVSCHI E.,GRITSIUK S, VOLODINA G., MANDRUTSA M., PERETEATCU P. *Phase – structural transformations and residual stresses at carbon steel strengthened by electrospark doping and electrolytic chemical treatment*. // International Conference BALTRIB '99, 21-22 September 1999, Kaunas. Lithuania.