

APLICAREA MICROPELICULELOR DE GRAFIT LA MICȘORAREA COEFICIENTULUI DE ADEZIUNE SUPERFICIALĂ

¹L. Marin, ing.drd, ²P.Topala, dr.hab.prof.univ. ³P.Stoicev, Dr.hab.prof.univ.

²V.Beșliu, Dr.conf. ²A.Ojegov

¹Universitatea Politehnică din București,

²Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

³Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

La etapa actuală, în scopul măririi durabilității pieselor, rezistenței lor la uzură se aplică diferite tratamente termice, termochimice și depunerii straturilor rezistente prin metode tradiționale cât și prin cele neconvenționale printre care am putea menționa: prelucrarea termică și termochimică tradițională; prelucrarea prin metalizare; prelucrarea prin deformație plastică; prelucrarea cu flacăra de gaz; prelucrarea prin galvanizare; durificarea prin nitrurare ionică, prin magnetoimpulsuri, prin radiație laser, prin descărcări electrice în impuls, în regim de contact electric și în regim de subexcitare etc. [1]. Tratamentele de suprafață au rolul de a modifica compoziția chimică a suprafeței metalice pe o adâncime mică – câțiva microni. Astfel, în urma tratamentelor de suprafață se obțin oxizi, azoturi, sau săruri ale metalului căruia i se aplica tratamentul de suprafață.

În lucrare este utilizată metoda descărcărilor electrice în impuls, în regim de subexcitare, cu utilizarea „electrozilor-scule” din grafit pirolitic. După cum este menționat într-un șir de lucrări [4-6], electrodul din grafit, fiind un nemetal, poate fi utilizat în circuitul de descărcare cu diferite polarități – polaritatea anod, catod și regim combinat. La utilizarea „electrodului-sculă” din grafit cu polaritatea anod la suprafața piesei au loc tratamente termice cu difuzie a grafitului în startul superficial ceea ce conduce la mărirea microdurității de circa 5 ori [2]. În cazul utilizării electrodului sculă în calitate de catod [4] mărirea microdurității are loc de 2-3 ori față de materialul de bază, însă pe suprafața piesei se obține și o peliculă de grafit de dimensiuni micrometrice, grosimea căreia depinde de regimurile de prelucrare. La utilizarea regimului combinat de prelucrare putem obține mărirea microdurității stratului superficial de circa 10 ori [5]. Depunerea peliculelor din grafit a fost aplicată în industrie, și anume, la tratarea termică a plonjoarelor formelor de turnare a sticlei [7, 8]. Rezultatele sunt prezentate în lucrarea [8] și reflectă mărirea durabilității pieselor în comparație cu cele neprelucrate prin descărcări

electrice în impuls. În aceste lucrări am presupus faptul ca un fenomen, care ar duce la mărirea durabilității plonjoarelor, este și fenomenul de aderență a suprafeței acoperite cu grafit, de masa sticloasă. Anterior [7, 8] a fost demonstrat că, grosimea peliculelor din grafit formate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls, nu depășesc 7μm.

De aceea în această lucrare avem ca scop cercetarea experimentală a aderenței peliculelor de grafit cu suprafețele metalice și nemetalice.

1. MATERIALE ȘI METODICĂ REALIZĂRII CERCETĂRIILOR EXPERIMENTALE

Pentru această operațiune tehnologică s-au utilizat o serie de epruvete metalice confecționate dintr-un format de tablă de ambutisare (tip A3 – pentru ambutisare adâncă) obținut prin laminare la scara industrială, materialul OL37 și un adeziv poliuretanic – concepție ICECHIM, cu o foarte bună compatibilitate, ceea ce determină o bună aderență la suporturi metalice.

Probele pentru tratamentul superficial cu grafit s-au obținut din formate mari de tablă obținute prin laminare la scara industrială. Formatele inițiale au avut dimensiunea 2500x1200x2 mm. Pentru a se putea lucra ușor din aceste formate s-au debitat



Figura 1. Format de tablă de ambutisare de 800x600x2 mm.

formate mai mici de dimensiuni 800x600x2 mm (fig.1). Formatele acestea s-au obținut din formatele industriale prin debitare cu flacăra oxiacetilenică.

În urma debitării pe linia de taiere, cca 40-50 mm de-o parte și de alta a acesteia, au apărut

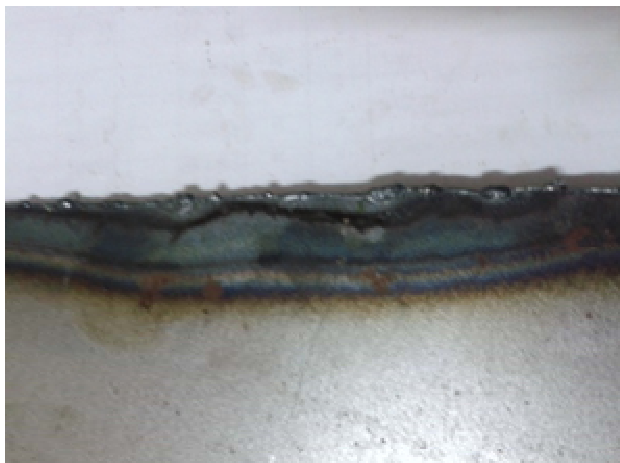


Figura 2. Modificarea structurii metalice în zona debitării cu flacăra oxiacetilenică.

modificări ale structurii metalice ca urmare a influenței temperaturii ridicate – cca 3000 °C (fig.2).

Din acest format de tablă s-au confecționat mai multe tipuri de epruvete. Confecționarea epruvetelor s-a efectuat prin debitare mecanică cu ajutorul unei ghilotine. S-a optat pentru acest procedeu care nu presupune încălzirea materialului în urma procedurii de debitare pentru a nu se induce schimbări în structura cristalină a materialului. S-au confecționat epruvete de dimensiuni 26x100x2 mm (fig.3).



Figura 3. Epruvete 100x26x2mm.

Suprafața metalică este de culoare alb argintie neoxidată cu o rugozitate care rezultă din procesul tehnologic de laminare. Asupra ariei epruvetelor nu s-a intervenit în vederea modificării rugozității (lustruire) sau a îndepărtării stratului superficial de oxid. Epruvetele astfel obținute au fost supuse procedurii de grafitizare.

Cercetările experimentale, privind depunerile de grafit, au fost efectuate în condiții normale în (mediu de aer) în regim de subexcitare a descărcărilor electrice în impuls (DEI). În scopul realizării experiențelor a fost utilizată sursa de alimentare care

posedă următorii parametri: energia degajată în interstițiu $W_s=0 - 4,8J$, energia acumulată pe bateria de condensatoare $W_c= 0-12J$, tensiunea pe bateria de condensatoare $U_c=0 - 200V$, capacitatea $C=100-600 \mu F$ cu pasul $100\mu F$, interstițiu $S=0,05-2,5 \text{ mm}$; frecvența descărcărilor $f=0-50Hz$, durata impulsului $\tau=0-250 \mu s$. Datorită acestor parametri, pe care îi posedă sursa de alimentare, putem asigura funcționarea DEI în regimul petelor electrodeice „calde” (cu topirea suprafețelor supuse prelucrării) și regimul petelor electrodeice „reci” (fără topirea suprafețelor supuse prelucrării, care au loc la dimensiuni nanometrice ale acestora).

Între doi electrozi – un catod din grafit și un anod constituit din epruveta metalică - se aplică microdescărcări electrice. Microarcul electric, care se produce pentru o perioadă de timp de foarte scurtă durată (de ordinul microsecundelor), are o temperatură foarte ridicată cca 104°C. La această temperatură grafitul erodează sub formă de atomi de carbon separați, sau compuși chimici de tipul CO și CO₂, care în continuare se descompun în carbon și oxigen, primul fiind ionizat se depune pe suprafața metalică sub formă de peliculă, iar oxigenul - în plasmă [5] și, datorita faptului ca se găsește într-un câmp electric, particulele de grafit aflate în stare de vapori sunt transportate către electrodul de semn contrar (anod), constituit din epruveta metalică.



Figura 4. Vederea generală a electrozilor din grafit.

Astfel pe suprafața metalică a anodului se depune un strat de grafit de ordinul micrometrilor. Electrozii sunt baghete de grafit de grosime 4 mm și lungime de cca 500 mm (fig.4).

Dispozitivul de prindere a epruvetelor este un dispozitiv tip menghină și este izolat electric în raport cu dispozitivul de prindere al electrodului de grafit. Dispozitivul de prindere a epruvetei are posibilitatea deplasării pe orizontală, ștanga –dreapta, astfel încât să se poată efectua descărcări electrice în zone diferite ale suprafeței active a epruvetei și este prezentat în fig.5.

Dispozitivul de prindere a electrodului de grafit este un dispozitiv tip mandrină cu trei bacuri cu strângere prin rotație. În acesta se prinde electrodul de grafit poziționat perpendicular pe suprafața epruvetei. Dispozitivul de prindere are posibilitatea reglării pe verticală – astfel încât electrodul de grafit să se poată apropia și îndepărta de suprafața metalică a epruvetei.

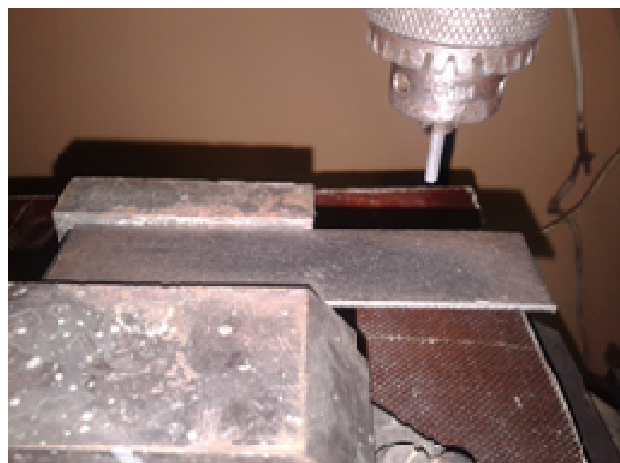


Figura 5. Dispozitiv de prindere a epruvetei și electrodului – sculă.

În dispozitivul de prindere a epruvetei se prinde epruveta cu dimensiuni 100x26x2 mm astfel încât suprafața să fie perfect orizontală pentru a nu genera diferențe de distanță între electrodul de grafit și suprafața epruvetei în timpul efectuării tratamentului. În dispozitivul de prindere a electrodului de grafit se prinde electrodul de grafit astfel încât acesta să fie perfect perpendicular pe suprafața epruvetei. Se reglează distanța dintre electrod și suprafața epruvetei la valoarea de 1,5 mm. Această distanță trebuie să rămână constantă pe tot parcursul determinării. Tensiunea de lucru a generatorului de impulsuri a fost de 140 V. Se tratează o suprafață de cca 26x26 mm la un capăt al epruvetei metalice. Ca rezultat pe suprafața probelor

se obțin pelicule de grafit după cum sunt prezentate în fig.6 și 7.



Figura 6. Epruvete cu peliculă de grafit.



Figura 7. Morfologia suprafeței tratate urmărită la microscop (x80).

Pentru identificarea modificărilor apărute în proprietățile de aderență, ca urmare a aplicării peliculelor de grafit, acesta s-a efectuat prin măsurarea comparativă a forțelor de desprindere a unor ansambluri realizate cu ajutorul unui adeziv puternic – poliuretanic - între un set **de epruvete tratate cu grafit și epruvete fără tratament**. Un set de câte 3 epruvete cu tratament de grafit și un set de 3 epruvete fără tratament se adhezivează, epruvetele tratate la capăt cu pelicule de grafit. După adezivare epruvetele se suprapun pe o suprafață de 25x25 mm, iar după reticularea (întărirea) adezivului se supun tracțiunii.

Încercările la forfecare s-au efectuat pe un dinamometru tip HECKERT FPZ 100 (Germania), fig.8. Aparatul este unul performant care asigură un domeniu de forțe cuprins între 100 N și 10 kN, iar vitezele de tracțiune sunt cuprinse între 1 și 100 mm/min.



Figura 8. Vederea generală a instalației de încercări la tracțiune, tip HECKERT FPZ 100.



Figura 9. Epruvete tratate pregătite pentru adezivare.



Figura 10. Epruvete netratate pregătite pentru adezivare.

2. REALIZAREA ANSAMBLURILOR

Pentru efectuarea cercetărilor la forfecare epruvetele de dimensiune 100x26x2 mm (fig.12) se

pregăteau astfel: cu ajutorul unei benzi adezive, se selecta o zona de 20x20mm astfel încât zona selectată să se găsească pe centrul porțiunii tratate. Această zonă conține suprafața unde tratamentul cu grafit a avut randamentul maxim. Grosimea benzii adezive a fost 0,26 mm. Această grosime determină grosimea stratului de adeziv, cu ajutorul căruia se realizează ansamblul.

Epruvetele astfel pregătite sunt prezentate în fig.9. Se procedează identic și pentru setul de epruvete **nesupuse tratamentului superficial cu grafit**, fig.10. În spațiul obținut, prin decuparea spațiului central, se toarnă o cantitate mică de adeziv poliuretanic astfel încât spațiul creat prin decuparea benzii adezive pentru trasare să se umple cu adeziv.

După evaporarea solventului din receptura adezivului – cca 10 min – două epruvete se suprapun astfel încât spațiile obținute prin decuparea benzilor adezive să se suprapună perfect. În acest mod suprafața de lipire a două epruvete va fi de 4 cm². Grosimea stratului de adeziv este dată de grosimea benzii adezive utilizată la delimitarea spațiului de lipire. Un astfel de ansamblu este prezentat în fig.11 și 12.

S-au realizat astfel următoarele seturi de ansambluri:

- 1.un set de câte 3 epruvete **tratate suprapuse** peste 3 epruvete **tratate** ;
- 2.un set de câte 3 epruvete **tratate suprapuse** peste 3 epruvete **netratate**;
- 3.un set de câte 3 epruvete **netratate suprapuse** peste 3 epruvete **netratate**.

Epruvetele confecționate prin lipire cu adeziv poliuretanic, prezentate pe fig. 11 și 12, sunt lăsate la condiționat în atmosfera laboratorului timp de 24 de ore. Această procedură este cuprinsă în standardul STAS 4587-90, referitor la încercările la tracțiune



Figura 11. Ansamblul lipit-privire normală.



Figura 12. Ansamblu lipit-privire laterală.

prin forfecare. După condiționare epruvetele vor fi încercate pe rând.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Ca rezultat al încercărilor la forfecare s-au obținut următoarele valori pentru ansamblurile lipite după cum este prezentat în tabela 1.

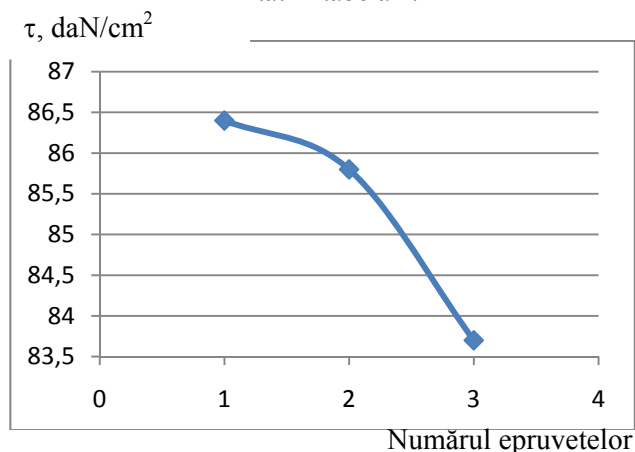


Figura 13. Valorile tensiunii de forfecare pentru epruvetele netratate.

Ca rezultat al tracțiunii pieselor asamblate prin lipire putem observa că **epruvetele netratate** posedă valori mai mari a tensiunii de forfecare ca celelalte și constituie circa **85 daN/cm²**, epruvetele **tratate mixt** constituie în mediu valoare de **60 daN/cm²**, ceea ce ne vorbește despre faptul că pelicula de grafit, depusă

pe una din epruvete, **micșorează aderența dintre adeziv și suprafața metalică**. Ultima variantă, în care **ambele suprafețe sunt acoperite cu pelicula de grafit** tensiunea de forfecare se micșorează până la aproximativ **50 daN/cm²**, ceea ce **constituie o micșorare a aderenței cu 40%**, față de epruvetele netratate (fig. 13-16).

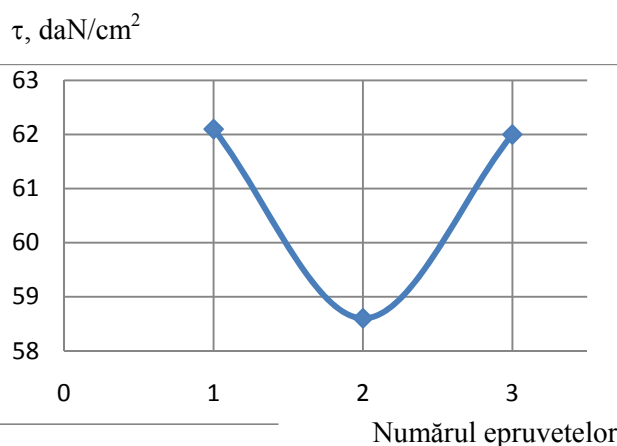


Figura 14. Valorile tensiunii de forfecare pentru epruvetele mixte.

De asemenea se observă că forfecarea epruvetelor netratate are loc în interiorul adezivului, în comparație cu cele tratate, unde forfecarea are loc la suprafața de separare a adezivului cu pelicula de grafit. Aceste rezultate ne permit să confirmăm

presupunerea că pelicula de grafit, realizată prin descărcări electrice în impuls, nu numai mărește microduritatea, dar poate fi folosită și ca unguent

Tabelul 1. Valorile tensiunilor de forfecare pentru diferite moduri de lipire a epruvetelor

Ambele epruvete netratate , daN/cm ²			Epruvete tratate mixt , daN/cm ²			Ambele epruvete tratate cu grafit , daN/cm ²		
86.4	85.80	83.7	62.1	58.6	62.0	49.6	51.2	50.4
~ 85.2			~ 60.9			~ 50.4		

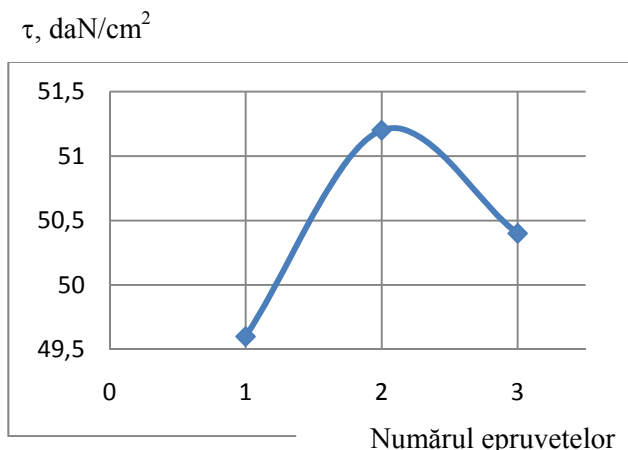


Figura 15. Valorile tensiunii de forfecare pentru epruvetele tratate cu pelicula de grafit.

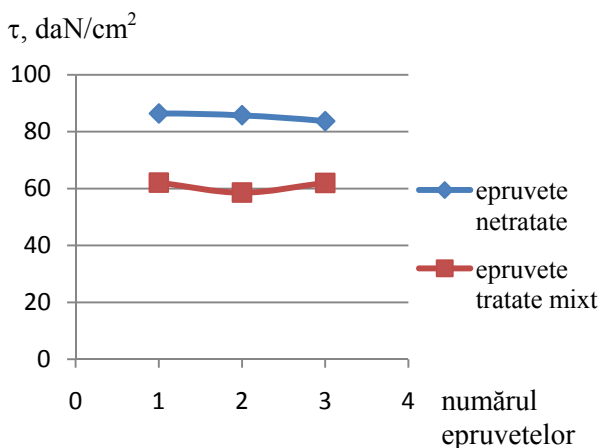


Figura 16. Dependența tensiunilor de forfecare de modul de lipire a epruvetelor.

solid, micșorează rugozitatea la impulsuri bipolare și **posedă proprietăți de antiaderență.**

CONCLUZII

Din cele prezentate în acest articol putem conclud: metoda de obținere a peliculelor de grafit și adezivului poliuretanic posedă un preț redus; peliculele de grafit nu numai modifică structura stratului superficial, dar și micșorează aderența dintre două suprafețe conjugate; peliculele de grafit, depuse prin descărcări electrice în impuls, **micșorează aderența** dintre suprafețele conjugate cu circa **40%** față de suprafețele ce nu sunt tratate, la regimurile de prelucrare selectate; deoarece continuitatea peliculelor formate nu este de 100%, putem presupune că, la continuitatea de 100% tensiunea de forfecare nu o va depăși pe cea de forfecare a grafitului integru, dat fiind faptul că acestea sunt niște rezultate inițiale si, în continuare, se va studia acest

fenomen pentru a determina condițiile optime de prelucrare.

Bibliografie

1. **Topală, P., Beșliu, V., Stoicev, P., Ojegov, A.**, Structural modifying – the surface micro-strata properties of graphite depositions // *Conference Proceedings of The 17th International, Modern Technologies, Quality and Innovation. V.II, p. 1064-1070, 2013.*
2. **Topala, P., Stoicev, P.; Epureanu, A., Beshliu, V.** The hardening of steel surfaces on the sections for electrosparkle alloyage // *International Scientific and Technical conference Machine building and technosphere of the XXI centry. Donetsk, p.262-266, 2006.*
3. **Beșliu, V.** Structure and Properties of Surface Layers of Pieces Cemented when Interacting with the Plasma Channel of Electric Discharges in Pulse // *The annals of „Dunărea de Jos” University of Galați, Fascicle V, Technologies in machine building Vol.1, 2008, p.24-30.*
4. **Topală, P., Beșliu, V.** Graphite deposits formation on innards surface on addition of electric discharges in impulses // *BULLETIN OF THE POLYTEHNIC INSTITUTE OF IASSY, T.LIV., pag.105-111. ISSN 1011-2855, 2008.*
5. **Beșliu, V.** Cercetări privind tratarea termică și termochimică a suprafețelor pieselor prin aplicarea descărcărilor electrice în impuls // *Rezumat al tezei de doctorat. Galați, 53 p., 2008.*
6. **Topală, P., Stoicev, P.** Technologies of processing conductible materials by applying electric discharges in impulse, Chișinău, Tehnica-Info, 265p, 2008.
7. **Topală, P., Mazuru, S., Beșliu, V., Cosovschii P., Stoicev, P.** Increasing the durability of glass moulding forms applying graphite pellicles // *Proceedings of The 14th International Conference, Modern Technologies, Quality and Innovation., p.635-638. ISSN 2066-3919, 2010.*
8. **Topală, P., Mazuru, S., Beșliu, V., Cosovschii P., Ojegov, A.** Application of EDI in increasing durability of glass moulding forms puoansons // *Proceedings of The 15th International Conference, Modern Technologies, Quality and Innovation. V.II, p.1093-1096, 2011.*

Recomandat pentru publicare: 01.02.2014.