

DOMENIILE DE APLICARE A TEHNOLOGIEI DE OXIDARE ÎN MICRO-ARC. OPORTUNITĂȚI DIN PERSPECTIVA DESIGNULUI INDUSTRIAL

Luciana-Gabriela ROTARU

Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Design Industrial, grupa DI-181, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Luciana-Gabriela Rotaru, luciana-gabriela.rotaru@dip.utm.md

Rezumat. În acest articol sunt analizate principalele domenii de aplicații ale tehnologiei de oxidare în micro-arc, susținându-se necesitatea implementării unei astfel de acoperiri ceramice specifice. Este explicat procesul de funcționare al acestei tehnologii, cât și criteriile sale de bază. Sunt analizate câteva din posibilitățile de aplicare a acestei tehnologii în design industrial.

Cuvinte cheie: oxidare în micro-arc, multifuncționalitatea acoperirii ceramice, aluminiu, produs.

1. Introducere

1.1. Descrierea tehnologiei

Oxidarea în micro-arc este una dintre tehnologiile de tratare a suprafeței care a apărut relativ recent, este utilizată în principal pentru modificarea suprafeței metalelor precum aluminiu, magneziu, titan și ale aliajelor acestora.

Tehnologia MAO este cunoscută și sub denumirea de oxidare în micro-plasmă, anodizare cu descărcare prin scânteie sau depunere de scânteie anodică. Este un sistem de înaltă tehnologie bazat pe procesul comun de oxidare a anodului, dar este diferit de oxidarea anodică obișnuită, deoarece plasează Al, Ti, Mg și alte metale în baia unui anumit electrolit.

1.2. Avantajele tehnologiei

Pentru aliajele de aluminiu, principalele avantaje ale MAO față de metodele de anodizare utilizate în mod obișnuit în industrie sunt următoarele [1]:

- Posibilitatea de a obține acoperiri care sunt superioare în ceea ce privește caracteristicile lor mecanice (duritate, rezistență la uzură, aderență la substraturi metalice, rezistență la oboseală), proprietăți fizico-chimice (rezistivitate, tensiune de rupere, rezistență la șoc termic și protecție împotriva căldurii) și rezistența la coroziune;
- Costul și durata procesului de producție sunt reduse la minimum deoarece pregătirea atentă (spălare, degresare, decapare, clarificare) necesară în mod normal pentru suprafețele pieselor și structurilor care urmează să fie acoperite nu este necesară în MAO;
- Procesul este destul de favorabil din punct de vedere al mediului, deoarece soluția apoasă utilizată în acesta introduce concentrații relativ mici de componente chimice netoxice în ecosistem.

1.3. Dezvoltarea tehnologiei MAO

Fenomenul de oxidare în micro-arc a fost descris pentru prima dată de Sluginov în jurul anului 1880. În anii 1920, acestea au fost examinate sistematic de savanții germani Guntherschulze și Betz ca un aspect al dezvoltării condensatoarelor electrolitice. La începutul anilor 1970, Brown și colegii săi au derivat o metodă din fenomenele descrise pentru a produce straturi de conversie ceramică pe substraturi de Al în electroliți alcalini, pe care le-au denumit depunere de scânteie anodică (ASD). În anii 1980 și 1990, grupurile de lucru Snezhko, Markov, Kurze și alții au făcut progrese suplimentare, ceea ce a dus la primele aplicații practice.

De atunci, introducerea tehnologică și comercială a MAO în practică de către companii specializate a reușit: Keronite (GB), Meotec, Innovent, AaST, Cermanod (DE), Hirtenberge (AT), Tekniker (ES) IBC (SUA), Manel (RU) MAO Environmental Production Technology (CN), literatura de specialitate aferentă a început să se împartă tematic [2].

Pintre acestea se numără și compania „Rezonanța” S.A. din Republica Moldova, care a dezvoltat la un alt nivel procesul MAO, introducând efectul de rezonanță și dispunând de patent [3]. Compania dezvoltă din 1996 procesul MAO cu efect de rezonanță. Momentan, aceasta produce reșouri din aluminiu cu suprafața totală de 4,8 m² (suprafața care nu a putut fi atinsă de nici un producător din lume) pentru tehnologia de termo-modificare a lemnului în vid.

1.4. Definirea scopului

Scopul studiului dat constă în prezentarea aplicațiilor din perspectiva designului industrial, cât și argumentarea utilizării acestui proces în următoarele domenii. De asemenea, se vor prezenta aplicații nemijlocit în domeniul designului de produs.

2. Domeniile industriale de aplicare

2.1. Ortopedie

Facturile complexe ale oaselor sunt tratate în mod obișnuit cu implanturi din aliaj de titan, cum ar fi plăci osoase, șuruburi sau fire și cuie intra-medulare. În timp ce astfel de dispozitive de fixare internă și externă pot stabiliza rapid fractura, infecția ulterioară este cea mai frecventă complicație post-chirurgicală cu implanturi ortopedice. Principala cauză a infecției sunt bacteriile care aderă la suprafața implantului.

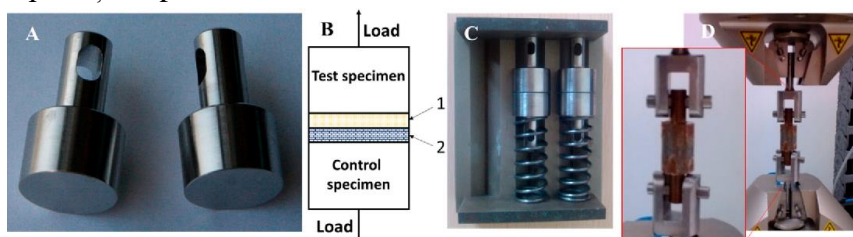


Figura 1. (A) Eșantioanele de testare la întindere neacoperite; (B) o diagramă schematică a blocurilor împerecheate pentru testarea la tracțiune, în care 1 prezintă acoperirea de grup pe proba de testare și 2 prezintă stratul de adeziv structural la temperatură înaltă pe proba de testare de control; (C) Dispozitivul de centrare; (D) Configurarea testului de tracțiune (adăugarea de antibiotice a dat probelor un aspect murdar [4].

Acoperirile funcționale aplicate aliajelor de titan, magneziu și aluminiu au fost utilizate pe scară largă în implanturi datorită proprietăților lor anti microbiene, comportamentului de degradare previzibil și bio-compatibilității, toate acestea reducând riscul infecțiilor postoperatorii [4].

2.2. Industria de Automobile

În ultimele decenii, în producția de automobile s-a dezvoltat o competiție serioasă pentru reducerea consumului de combustibil. În special, unul dintre obiectivele principale este reducerea greutății vehiculelor. Tendința de a reduce în continuare greutatea și ansamblurile pieselor auto obligă proiectanții să examineze mai amănunțit aliajele Mg. Acestea pot fi ușor produse prin turnare și prelucrare mecanică, ceea ce permite fabricare pieselor de forme complexe. Ca urmare, în unele cazuri aliajele Mg sunt capabile să înlocuiască aliajele de aluminiu și fier din unele piese și ansambluri.

Deși piesele motorului, amortizoarele și discurile de roți din aliaje Mg sunt deja utilizate în vehicule fabricate în prezent, rata ridicată de coroziune și rezistența scăzută la uzură limitează semnificativ aplicarea lor extinsă [5].

În acest caz, pare rezonabil să se aplice oxidarea în micro arc pentru a elimina principalele dezavantaje ale aliajelor Mg.

2.3. Industria Aerospațială

Industria aerospațială solicită ca materialele utilizate pentru fabricarea aeronavelor să îndeplinească specificațiile cerute de rezistență crescută la oboseală și coroziune, rezistență îmbunătățită la rupere și să posede un raport mare rezistență / greutate datorită stării lor de serviciu. Aluminiul și aliajele sale au fost principala alegere a materialelor din industria aerospațială de la sfârșitul anilor 1920.

În mod convențional, aliajele de aluminiu utilizate în industria aeronavelor necesită protecție SSC pentru a facilita siguranța aeronavei și a pasagerilor acesteia. Acest lucru poate fi realizat prin restrângerea nivelurilor de rezistență a aliajului, folosind tratamente de reducere a stresului sau folosind tehnici de tratament de suprafață, în cazul de față, oxidarea în micro-arc. De altfel, această metodă a atras un interes considerabil în ultimii ani datorită numeroaselor sale avantaje față de alte metode. În plus, procesul MAO este ecologic, ușor de controlat, mai puțin costisitor și o tehnică într-un singur pas care poate fi utilizată pentru tratarea suprafeței metalelor cu geometrie de suprafață 3D complexă și o gamă largă de dimensiuni, ceea ce nu este posibil în cazul multor alte metode de tratare a suprafețelor [6].

3. Produse de larg consum

În 2012 a fost lansat telefonul mobil HTC One S (fig.2) de către Mobile World Congress, a cărui inovație constă în utilizarea procesului MAO pentru finisarea carcasei. Producătorii argumentează utilizarea acestui proces prin multitudinea de avantaje pe care le oferă, printre care rezistența la coroziune și uzură, ceea ce păstrează integritatea telefonului fără a folosi o husă de protecție [7].



Figura 2. HTC One S, carcasă [7].

În 2015 Fulcrum a lansat un nou set de roți dințate Fulcrum Racing Nite 2015 (fig.3) dotate cu noi caracteristici care sunt concepute pentru a face o roată mai solidă și o nouă suprafață de frânare. S-a aplicat un tratament de oxidare în micro arc și un amestec de diverși compuși pe suprafața de frânare. Aceasta presupune practic că janta este proiectată pentru a fi foarte durabilă și rezistentă la uzură. De asemenea, înseamnă că roțile se opresc bine într-o serie de condiții [8].



Figura 3. Fulcrum Racing Nite 2015

În 2016 Samsung a lansat un nou laptop Samsung Notebook 9 (fig.4), folosind tehnologia MAO la tratarea suprafeței metalice, pentru a-i spori duritatea, rezistența la impact și rezistența la șocuri termice [9].



Figura 4. Samsung Notebook 9 [10].

În 2019 a fost lansat un nou brand ConceptD (fg.3) de către producătorii Acer, care are „un design curat, elegant, atemporal, rămânând în același timp practic și ergonomic”. Acesta este ambalat într-un finisaj ceramic distinctiv MAO, oferind mărcii un strat unic de ceramică cristalină ultra-dură pentru rezistență superioară [10].

4. Concluzii

Aluminiul și aliajele sale sunt una dintre cele mai utile substanțe în industrii unde cererea de materiale mai ușoare, mai durabile, reciclabile și înlocuibile este în creștere din motive economice și tehnice. Totuși, în pofida multitudinilor de capacități, acest material prezintă o duritate redusă a suprafeței. Dat fiind faptul că printre unicele soluții de a remedia acest lucru se află modificarea caracteristicilor suprafeței, oxidarea în micro-arc pare a fi cea mai optimă și eficientă tehnologie. Capacitățile fizico-chimice specifice, costul comparabil redus și predispunerea ecologică sunt doar unele dintre argumente care vorbesc în favoarea acestui proces.

De asemenea, din perspectiva esteticii, oxidarea în micro-arc conferă materialului o nuanțare mai deosebită, păstrând luciditatea metalului, și totuși creând o abia vizibilă porozitate, specifică ceramicii. Acest fapt prezintă motivul aplicării tehnologiei MAO în domenii din ce în ce mai vaste în ultimul deceniu.

Referințe:

1. A. G. Rakoch, I. V. Bardin, *Microarc Oxidation of Light Alloys* [online]. [accesat 23.02.2021]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/225328205_Microarc_oxidation_of_light_alloys
2. F. Simchen, M. Sieber, A. Kopp, T. Lampke, *Introduction to Plasma Electrolytic Oxidation – An Overview of the Process and Applications* [online]. [accesat 25.02.2021]. Disponibil: <https://www.mdpi.com/2079-6412/10/7/628/htm>
3. United States Patent, Sergiu Bucar, *Method of Making a Composite Article Comprising a Ceramic Coating* [online]. [accesat 17.02.2021]. Disponibil: <https://patents.google.com/patent/US6919012/un>
4. Xiao-Yan Cao, Na Tian, Xiang, Cheng-Kung Cheng, *Implant Coating Manufactured by Micro-Arc Oxidation and Dip Coating in Resorbable Polylactide for Antimicrobial Applications in Orthopedics* [online]. [accesat 23.02.2021]. Disponibil: <https://www.mdpi.com/2079-6412/9/5/284/htm>
5. D. V. Mashtalar, S. V. Gnedenkov, S. L. Sinebryukhov, I. M. Imchinetskiy, A. V. Puz, *Acta Metallurgica Sinica* [online]. 2017, 33(5), pp. 461-468 [accesat 24.02.2021]. Disponibil: <https://www.amse.org.cn/article/2017/1006-7191/1006-7191-33-5-461.shtml>
6. Lord Famiyeh, Xiaohu Huang, *Plasma Electrolytic Oxidation Coatings on Aluminum Alloys: Microstructures, Properties and Applications* [online]. [accesat 24.02.2021]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/327477932_Plasma_Electrolytic_Oxidation_Coatings_on_Aluminum_Alloys_Microstructures_Properties_and_Applications
7. S. Cooper, *HTC One S unibody housing micro arc oxidation process eyes-on*, 2012 [online]. Disponibil: <https://www.engadget.com/2012-05-08-htc-one-s-unibody-housing-micro-arc-oxidation-process-eyes-on.html>