

PLASMA DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ, PROCEDEU DE TRATARE A COROZIUNII PIESELOR MUZEALE

ANA-MARIA VLAD, EMIL GHIOCEL IOANID

Tratarea coroziunii, ce deslăgurează, degradează și uneori chiar distruge piesele muzeale, implică diverse procedee, mai uzuale fiind cele mecanice și chimice. Primele, de obicei laborioase, modifică în mod nepermis aspectul microscopie și structura suprafeței piesei. Procedeele chimice, aplicate în faza lichidă, sunt dificil de controlat, producând adesea efecte secundare nedorite, de exemplu umflări, deformări sau migrări de săruri și alte componente solubile mai profund în piesă. O alternativă convenabilă la tratamentul în soluție este folosirea unor gaze sau vapori, dar acest tip de tratament necesită o anumită temperatură pentru inițierea reacției chimice, condiție inacceptabilă pentru marea majoritate a pieselor muzeale.

Aceste inconveniente pot fi depășite prin folosirea plasmelor de înaltă frecvență la presiune scăzută, în care gazele utilizate devin puternic reactive chiar la temperaturi moderate, ca urmare a fenomenelor ce au loc în descărcare. Experimente de tratare sau conservare utilizând descărcările în gaze sub formă de plasmă sunt relatate în literatura de specialitate.^{1,2,3,4,5}

Plasma, caracterizată prin ionizarea puternică a gazului, prezintă o mare concentrație de particule încărcate electric: electroni liberi, atomi și molecule încărcate pozitiv sau negativ, precum și complecși atomici-radicali liberi încărcate. Între particulele încărcate se exercită forțe coulombiene, în timp ce

asupra particulelor neutre acționează forțe de polarizare, deci plasma constituie un sistem complex în care toate particulele se găsesc în interacțiune.

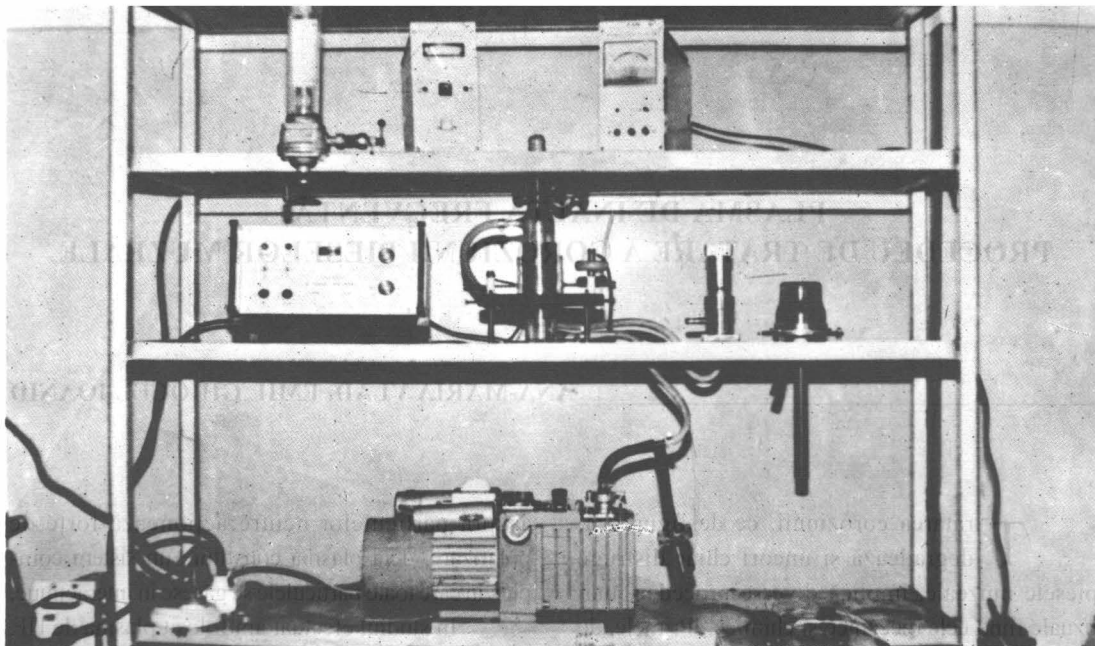
În studiul efectuat am folosit plasma de HF, cu electrozi exteriori, deoarece în acest mod se evită contaminarea spațiului descărcării, și deci și a piesei, cu particule metalice provenind din electrozi, ca urmare a fenomenului de pulverizare catodică. De asemenea, amorsarea și menținerea descărcării se poate face la tensiuni moderate, eliminând riscul apariției unor descărcări distructive necontrolate tip are electrice sau scânteie.

Într-o descărcare în HF spațiul dintre electrozi este caracterizat printr-o distribuție tipică a sarcinilor spațiale, concretizată prin alternanța de zone luminescente cu zone întunecate, în mijlocul tubului existând o zonă puternic luminoasă, numită coloana pozitivă, în care gazul se află în stare de plasmă⁶. Energia imprimată particulelor de câmpul de înaltă frecvență este exprimată de relația:

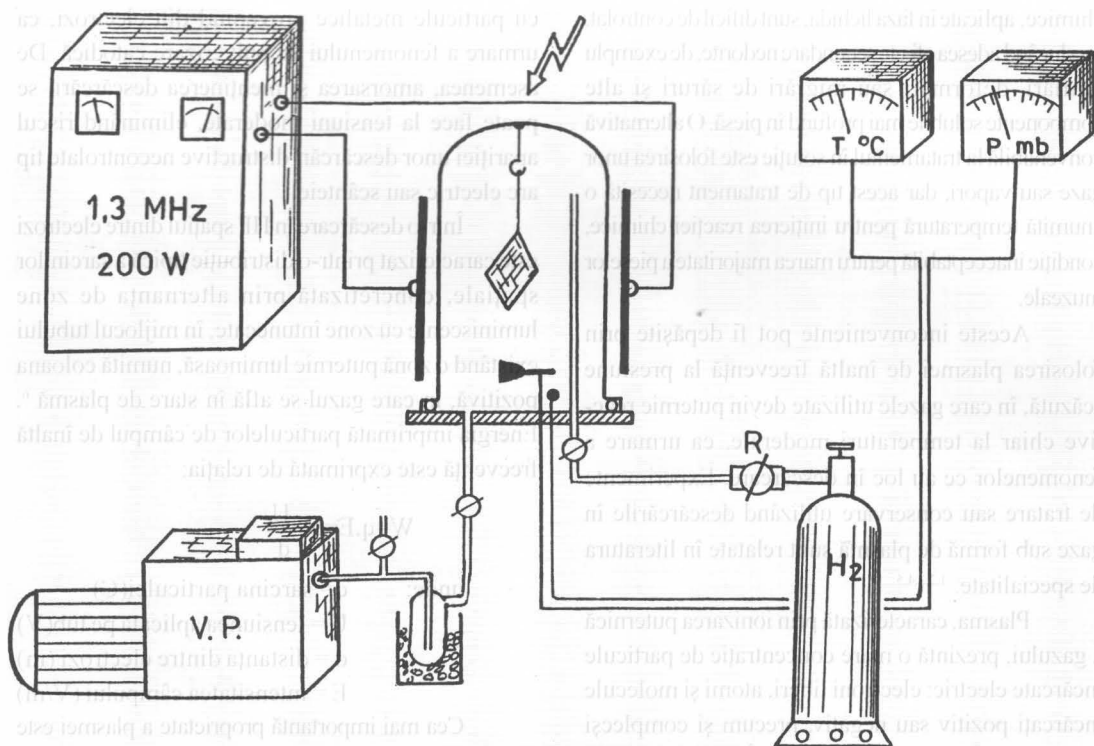
$$W=q \cdot E=q \cdot \frac{U}{d}$$

unde: q = sarcina particulei (C)
 U = tensiunea aplicată pe tub (V)
 d = distanța dintre electrozi (m)
 E = intensitatea câmpului (V/m)

Cea mai importantă proprietate a plasmelor este de a accelera reacțiile chimice, fenomen explicabil mai ales prin disocierea moleculelor și formarea de particule



Instalația de tratare în plasmă de înaltă frecvență



Schema instalației



Foto 1a



Foto 1b

excitate și ionizate. Teoria ionică a reacțiilor chimice presupune că interacțiunea ionilor între ei, precum și cu particulele neutre, este mai puternică decât interacțiunea acestora din urmă între ele.⁷

Instalația de tratare în plasmă de înaltă frecvență se compune dintr-o incintă de Pyrex în formă de clopot, prevăzută cu un capac cu șlif și cu două intrări, una pentru admisia gazului de lucru, alta pentru cuplarea la pompa de vid (schema 1). Obiectele ce urmează a fi tratate se fixează pe niște cârlige de oțel inoxidabil, atașate capacului incintei. În jurul vasului se dispun, pe suporturi de teflon, cei doi electrozi de formă semicirculară, realizați din tablă de cupru argintat. Generatorul de înaltă frecvență, cu $\gamma = 1.3 \text{ MHz}$ și puterea $P=200 \text{ W}$, este prevăzută cu un dispozitiv manual de acord pe sarcină, ce permite transferul maxim de putere de la generator la incinta de tratare. Admisia gazului de lucru (H_2 , CO_2 ,

N_2) în vasul de Pyrex se face printr-un robinet cu ac, intercalat între butelia de gaz și vas. Temperatura medie în timpul descărcării se măsoară cu un termocuplu fixat pe suprafața exterioară a incintei, iar presiunea - cu un vacuummetru, cu scala de până la $10^{-3} \text{ mm col. Hg}$ atașat racordului dintre pompa de vid și incintă. Pentru a împiedica impurificarea ulciului din pompă se intercalează între aceasta și incinta de tratare o trapă cu zăpadă carbonică.

Piese de tratat au fost amplasate în așa fel încât să se găsească în zona centrală a descărcării, în plasmă. În incintă s-a făcut vid până la $10^{-2} \text{ mm col. Hg}$, apoi s-a introdus H_2 pur până la presiunea de $6-8 \cdot 10^{-1} \text{ mm col. Hg}$ cu ajutorul robinetului cu ac, după care s-a aplicat tensiunea de i.f. pe electrozi. Durata tratamentului a variat între 1h și 2h 30', timp în care temperatura din incintă nu a depășit valoarea de 50° C .



Foto 2a



Foto 2b



Foto 3a



Foto 3b

Inițial s-a testat efectul plamei de î.f. asupra unor piese fără valoare deosebită - monede din alamă, bronz sau aliaj pe bază de zinc sau argint, apoi s-au tratat piese muzeistice: un medalion de alamă argintată, două inele sigilate din argint și bronz, un bumb din argint aurit. Producții de coroziune prezente pe piese au fost mai ales cei specifici cuprului: clorură (nantokit), trihidroxiloruri (atacamit, paratacamit), carbonat (malachit) și oxid (cuprit), dar și sulfuri de argint, oxizi și carbonați de zinc.

Ca observație generală, s-a constatat că metoda este foarte menajată, efectul de reducere manifestându-se până la o profunzime de max. 0,1-0,2 mm, mai pronunțat pentru produși de coroziune pulverulenți. Cele mai bune rezultate s-au obținut în reducerea sulfurii de argint, a carbonatului și oxidului de zinc, apoi asupra carbonatului și clorurilor de cupru, fără a curăți complet piesa.

Prin acest procedeu s-a reușit scoaterea în evidență a decorului inelului sigilar de argint (Foto 1,a,b), relevarea inscripțiilor pe două monede din alamă. (Foto 2a, b), a decorului și inscripției pe moneda de zinc (Foto 3a, b), aspecte complet obturate de producții de coroziune. De asemenea, metoda s-a dovedit de mare utilitate în tratarea coroziunii tip "pitting" pe o monedă de bronz. Pentru bumbul de argint aurit - piesă provenind din săpăturile arheologice de la Siret, de sec.XVI, ce prezenta o fragilitate deosebită, ca și exfolieri ale peliculei de aurire - s-a obținut reducerea parțială a sulfurii negre de argint și a clorurilor și carbonaților verzi de cupru, depuși peste pelicula de aurire, regăsindu-se aspectul estetic al piesei. În unele cazuri, după un prim tratament, a fost necesară o periere cu un penson moale sau o spălare cu apa distilată și detergent pentru îndepărtarea produșilor reacționați, ce formează o crustă neagră casantă și puțin aderență, după care s-a reluat tratarea.

Metoda s-a dovedit ineficientă în reducerea anumitor produși de coroziune, de exemplu cupritul, iar în cazul pieselor acoperite de straturi masive de produși de coroziune apare necesar un tratament de decolorare prealabil.

În concluzie, procedeul tratării coroziunii pe piese cu valoare de patrimoniu în plasmă de înaltă frecvență se recomandă în cazurile în care se urmărește recăștigarea aspectului estetic al unor obiecte din metale prețioase sau acoperite cu metale prețioase, este eficientă în relevarea inscripțiilor și ornamentelor ascunse sub producții de coroziune, ca și în tratarea coroziunii "pitting". Metoda permite tratarea pieselor fragilizate sau care prezintă un proces de exfoliere a stratului de acoperire (aurire, argintare). De asemenea, ca urmare a temperaturii moderate degajate în descărcare, este posibilă tratarea unor piese compuse din materiale diferite (organice-anorganice), iar tratamentul nu afectează nici aspectul macroscopic, nici structura metalografică a piesei; în plus, acest tip de curățire permite păstrarea parțială a patinei piesei.

BIBLIOGRAFIE

1. M.S.Koch, A.Sjogren, *Behandlung von Daguerreotypen mit Wasserstoffplasma*, în "Maltechnik-Restaur", 1984, S.58-64.
2. S.Veprek, J.Patscheider, J.Elmer, *Restoration and Conservation of Ancient Artifacts: A New Area of Application of Plasma Chemistry*, în "Plasma Chemistry and Plasma Processing", 5/2, 1985, S.201-209.
3. V.D.Daniels, L.Holland, M.W.Pascoc, *Gas Plasma Reactions for the Conservation of Antiquities*, în "Studies in Conservation", 24, 1979, S.85-92.
4. S.Veprek, *Die Behandlung archäologischer Objekte aus Metall in einem Niederdruckplasma*, în "Restaur" 2/1990, S.125.
5. U.Vohrer, M.Andres, J.Trick, C.Oehr, *Plasmatechnologie in der Restaurierung*, în "Restaur" 1/1996, S.40-43.
6. N.A.Kaptov, *Electronica*, Ed.Tehnică, București, 1978.
7. N.A.Kaptov, *Fenomene electrice în gaze și vid*, Ed.Tehnică, București, 1967.