

# Galvanoplastia în domeniul restaurării

Katalin T. Bruder

În limbajul de zi cu zi nu se face o diferențiere între galvanizare și galvanoplastie. Deși regulile chimice și fizice sunt identice la ambele, ele sunt două procedee diferite.

Galvanizarea este o metodă de peliculizare a unei suprafețe, pe când galvanoplastia este un procedeu plastic, de formare tridimensională a unui obiect metalic.

Galvanizarea se folosește îndeosebi în industrie, pe când galvanoplastia este folosită mai mult de către artiștii orfevieri.

Artiștii orfevieri folosesc galvanoplastia ocazional, dar aceasta își găsește o utilitate importantă îndeosebi în domeniul restaurării, atât la completări cât și la crearea copiilor sau la reconstituiri.

Metoda propriu zisă, apare abia după ce curentul electric intră în folosul utilitar. În 1791, experimentul pe picior de broaște, numit „electricitate animală” al profesorului de anatomie Luigi Galvani, îi trezește interesul lui Alessandro Volta pentru sursa de electricitate chimică.

Până atunci era cunoscută doar sursa de electricitate prin frecare, care s-a dovedit a fi prea slabă. În 1797 apare prima „baterie”, numită și pila voltaică, revoluționând astfel istoria electricității. Această baterie se deosebea de încercările anterioare prin faptul că asigura electricitate în continuu. Așadar, prima baterie galvanică era construită din plăci de zinc și argint în lichid electrolitic pe bază de săruri. Această sursă de electricitate, obținută chimic, va fi denumită bateria galvanică, iar amintirea lui Volta va fi păstrată prin semnul „V”, care reprezintă unitatea de măsură a tensiunii electrice.<sup>1</sup>

În 1801, Wollaston a descris deja utilizarea practică a electricității, reușind argintarea cuprului cu ajutorul soluției de piatră vânăță (sulfat de cupru).

Galvanoplastia este metoda obținerii unor obiecte metalice pe cale galvanică. Invenția este legată de numele rusului Iacobi și a englezului Spencer, iar ulterior au contribuit la dezvoltarea acestuia atât englezul Murray cât și francezul Boquillon, prin grafitarea formelor din materiale cu conductivitate slabă, obținând astfel o bună conductivitate a formelor. De asemenea, un alt capitol important în dezvoltarea galvanoplastiei este aducerea în Europa de către Dr. Montgomery, în 1843, a gutapercăi.<sup>2</sup> Utilizarea

acesteia se realiza prin înmuierea materialului pur la 80–90 °C, pe baie de apă, urmată de frământarea, întinderea și grafitarea lui, după care se așeza într-un contur și se presa în el obiectul ce urma să fie copiat. Într-un mod asemănător s-a folosit și ceara de modelaj<sup>3</sup>. La copierea obiectelor cu suprafețe foarte fine se confecționau și forme metalice.<sup>4</sup> De asemenea, se foloseau frecvent și forme confecționate din ipsos, care au fost fierte în parafină ca să nu absoarbă electrolitul și să reziste la aciditatea acestuia. Formele de ipsos se mai protejau și prin „metalizare”<sup>5</sup>. Formele pe bază de clei, folosite frecvent, erau mult mai elastice decât cele din gutapercă.<sup>6</sup> Mai târziu, în anii 1960, pentru o perioadă scurtă s-au folosit și negative din PVC, dar din motive de conservare preventivă și protecția muncii s-a eliminat folosirea acestora.<sup>7</sup> Aceste forme, cu o conductivitate electrică redusă, au fost transformate în conductori prin grafitare sau – mai rar – cu ajutorul pulberilor de zinc sau cupru. Procedeele constau în matisarea suprafeței ce urma să fie reprodusă cu sârmă subțire de cupru, fixată cu mici ace în formă de U și racordarea sârmei la o sursă de curent electric. În esență, aceeași metodă se folosește și în zilele noastre, cu excepția negativelor, al căror material a fost înlocuit prin folosirea mult mai avantajoasă a cauciucurilor siliconice, accesibile într-o mare diversitate de

---

forme de plăci sau discuri. Sub forma unor foi subțiri este translucidă, caldă și unsuroasă la atingere, elastică, având aspect de piele. La 45 °C se înmoaie și este modelabilă, la 55–60 °C devine plastică.

3 9000 gr ceară de albine, 1350 gr terbențină venețiană, 225 gr praf de grafit. Varianta cealaltă: 400 gr bitum sirian, 400–600 gr stearină, 300 gr seu, 50 gr praf de grafit.

4 3 părți cositor, 2 părți plumb, 5 părți bizmut, fără mercur, temperatura de topire: 100°C

3 părți cositor, 5 părți plumb, 8 părți bizmut, fără mercur, temperatura de topire: 85°C

3 părți cositor, 2 părți plumb, 5 părți bizmut, 1 parte mercur, temperatura de topire: 70°C

3 părți cositor, 8 părți plumb, fără bizmut și mercur, temperatura de topire: 108°C

Aliajele cu conținut de mercur nu se pot folosi în cazul metalelor prețioase, pentru că duc la formare de amalgam.

5 Forma din ipsos se imersează într-o soluție formată din oxid de argint în acid azotic concentrat și alcool de 90%, după care se așează în vapori de hidrogen sulfurat, formându-se un strat de sulfură de argint, ce are bune proprietăți de conductor electric.

6 Cleiul se înmuia în apă, se lichefia pe baie de apă, apoi i se adăuga gelatină și glicerină. Impermeabilizarea se realiza prin imersare în soluție concentrată de tanin sau prin tratare cu soluție de cromat de potasiu.

7 Policlorura de vinil se „coace” la temperaturi de aproximativ 120 °C, când eliberează clor gazos.

<sup>1</sup> Unitate de măsură a tensiunii electrice și a diferenței de potențial, corespunzând tensiunii electrice care, aplicată unui conductor cu rezistență de un ohm, produce un curent de un amper.

<sup>2</sup> Gutapercă este un material obținut din seva unei plante tropicale înrudită cu arborele de cauciuc, prin rafinare și purificare. Se comercializa sub

sortimente. În unele ateliere – Germania, Franța, probabil și în alte locuri – este folosit și argintul coloidal pentru realizarea conductivității. Argintul este în general pulverizat peste formă ca și argint solubil în amestec cu un liant conductor. Stratul se întinde frumos, crează un film uniform, care nu se desprinde de la suprafața formei în soluția de electrolit, fenomen observat frecvent în cazul grafitării. Acesta ușurează procedeul și duce la realizarea unei bune conductivități dacă sârma de cupru este înlocuită cu o linie trasată cu argint coloidal, ce se leagă printr-un singur punct la sursa de electricitate. Spray-ul de grafit se poate procura din comerț în Ungaria. După pulverizare pe formă obținem o suprafață fină, ușor rugoasă și mată, ceea ce, evident, se va observa și pe suprafața obiectului obținut prin galvanoplastie. Cea mai netedă formă se obține când praful foarte fin de grafit este presat în suprafața cu degetul. Ca urmare, rezultă o bună aderență la suprafața formei și o suprafață netedă și lucioasă, ceea ce se va regăsi pe suprafața obiectului reprodus.

Galvanotehnica se bazează pe electroliză, adică pe descompunerea cu ajutorul curentului electric a soluțiilor apoase de săruri metalice. Prin dizolvare în apă, sărurile, acizii și bazele se transformă în particule cu sarcină electrică, în ioni. Ionii cu sarcină negativă sunt numiți anioni, iar cei cu sarcină pozitivă cationi. Aceste particule sunt prezente în proporție egală în soluție, care are astfel un caracter neutru și este numită *electrolit*. Fenomenul descompunerii în ioni se numește disociere electrolitică. Între cei doi electrozi imersați în soluția de electrolit se crează o diferență de potențial ce duce la deplasarea particulelor încărcate electric spre electrodul cu sarcină opusă. Fenomenul este numit migrare de ioni. Ionii ajunși la electrozi se neutralizează, cationii acceptă electroni de la catod, anionii își cedează încărcătura anodului. Așadar, curentul este transportat de particulele miscatoare din soluție, cationii și anionii. În mod evident, viteza de deplasare sub acțiunea curentului electric a ionilor depinde de temperatura și concentrația soluției, respectiv de diferența de potențial dintre electrozi. Diferența de potențial este influențată și de lungimea și secțiunea coloanei de lichid dintre electrozi. Interacțiunea tuturor factorilor menționați va determina viteza efectivă de migrare a ionilor, adică conductivitatea electrolitului. În procesul de galvanoplastie suprafața anodului trebuie să fie cel puțin tot atât de mare ca și suprafața obiectului folosit ca și conductor în scopul reproducerii. Dacă conductivitatea soluției este foarte mică, depunerea metalului va fi foarte lentă, ceea ce pe de o parte prelungește mult timpul de realizare a replicii și pe de altă parte poate duce la desprinderea stratului de grafit aplicat pentru asigurarea conductivității. Dacă conductivitatea electrolitului este prea mare, metalul depus mult prea rapid va avea o structură spongioasă, fragilă, uneori de culoare maronie și se poate îndepărta prin abraziune – fenomenul este numit „arderea” replicii. Potrivirea soluțiilor de electrolit este foarte importantă – totuși în practica restaurării nu se reglează prin măsurători, ci mai degrabă empiric, ținând cont de experiența acumulată în încercări

anterioare. O greșeală tipică este creșterea acidității băilor acide de cupru, ceea ce se poate observa din depunerea pe negative a unui strat de cupru cu striații. În cazuri mai fericite este vorba doar de evaporarea apei, ce se poate completa, dar dacă problema persistă atunci baia trebuie reglată din nou.

Pentru galvanizare, adică obținerea unor straturi de protecție pe suprafață, cel mai frecvent se folosesc soluții de cianuri. Acestea nu atacă suprafața metalului de bază, dar pentru galvanoplastie se recomandă băile acide de cupru, care asigură o repartizare mai uniformă pe suprafață.

Parametrii optimi ai unei băi acide de cupru clasice sunt:

Sulfat de cupru ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 220g/l

Acid sulfuric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  66Be<sup>o</sup>) 30g/l

Temperatura: 20–25 °C

Densitate de curent: 1,0–1,5 A/dm<sup>2</sup>

Tensiune: (la o distanță de 15 cm dintre anodi)

1,7–2,5V

Acești parametri se referă la băile statice; în cazul în care se folosesc băi încălzite, dinamice, densitatea și tensiunea curentului electric pot fi dublate, ceea ce favorizează viteza de depunere a cuprului. În restaurare nu am întâlnit însă asemenea băi dinamice.

### Realizarea copiilor (replicilor)

În zilele noastre folosim în mare parte negative preparate din silicon. Un caz simplu este realizarea copiei unei singure fețe, de exemplu la monezi. Am putea crede că este suficientă turnarea siliconului peste obiecte, așteptam solidificarea și forma este gata, dar pe parcurs pot apărea diferite probleme. Astfel, siliconul lichid poate disloca monedele, se poate scurge sub ele, surplusul fiind greu de îndepărtat și ducând la compromiterea formei, care oricum este prea adâncă, prea groasă și poate conține bule de aer. Din aceste motive este indicată încastrarea reversului monedelor în plăci de plastilină sau ceară. Se recomandă izolarea cu săpun a suprafețelor libere de plastilină, altfel la contactul cu uleiul siliconic va rezulta un material neplăcut, lipicios. La turnarea formei trebuie avută în vedere și grosimea sârmei de cupru care va împrejmuia negativul, la o distanță de aproximativ 0,5 cm. În cazul obiectelor mai plate cu proeminențe mai puțin semnificative, cum ar fi monezile, grosimea negativului este de aproximativ 1cm. Pentru a preveni ruperea și deformarea în cazul negativelor mai subțiri este indicată aplicarea pe reversul acestora a unei armături din fașă textilă îmbibată cu ulei siliconic. Este indicată și confecționarea unei rame în jurul formei pentru a-i asigura stabilitate, ramă ce se poate fixa și de marginile bazinului. De preferat este confecționarea acesteia ori din material plastic ori din sârmă de cupru (este important ca metalul să fie cupru pentru că alte metale lasă reziduri și murdaresc baia). Ramele pot fi fixate cu adeziv siliconic. Alte tipuri de adezivi se desprind în

timpul îmbăierii. Dacă dorim confecționarea unei cantități mai mari de forme mici, putem folosi placă de ceară pentru negative, imprimând obiectele pe placă la o temperatură optimă. Precizăm că placa de ceară trebuie grafitată ca să nu devină lipicioasă. În rest procedura este identică ca și în cazul siliconului. Este foarte practică în cazul când avem doar o singură piesă originală și avem nevoie de mai multe replici. Dacă dorim copii cu ambele fețe ale monedei, acestea vor fi imprimate în plastilină până la jumătate, se va turna siliconul, iar după întărirea acestuia scoatem moneda din plastilina, se curăță și se peliculizează cu soluție despărțitoare, după care se toarnă silicon și pe partea opusă. La obiectele unde sunt importante dimensiunile, este indicat ca obiectul să fie scos din formă abia după 3–4 zile, deoarece siliconul se contractă în timpul uscării și după întărire. Forma urmează să fie îmbunătățită cu un material cu proprietăți conductoare, după metoda descrisă de mai sus. Negativul preparat astfel, se conectează la sursa de curent și se așează în baia de cupru. Trebuie să avem grijă la distanța între anod și catod, cât și la amperaj. Migrarea cuprului începe simultan cu imersarea. La obiectele de dimensiuni mici, după 1–2 ore se formează cupru pe toată suprafața obiectului. Dacă după câteva ore încă mai rămân găuri, negativul trebuie scos din baie, spălat, uscat, iar părțile cu lipsuri trebuie presărate cu praf fin de cupru. O metodă mult mai optimă ar fi pensularea cu argint coloidal și reșezarea în baie. Manevrarea negativului trebuie făcută cu mare grijă, deoarece stratul de cupru este foarte subțire și casant; dacă acesta crapă, nu se mai poate suda și rămâne vizibilă ruptura. Grosimea stratului depus este determinată de mărimea și funcția obiectului. Experiența ne arată că în condiții optime, este nevoie de minim 24–26 ore până la obținerea unei grosimi potrivite, de exemplu în cazul monedelor. După obținerea stratului dorit, forma se îndepărtează cu grijă. Pozitivul obținut este rigid și casant, așadar se consolidează cu cositor, sau mai indicat cu argint. Urmează îndepărtarea surplusului rezultat. Se taie în jur pozitivul rezultat, lăsându-i o margine de 0,5–1 mm. Marginea ușurează șlefuirea și împiedică și deformarea, fiindcă sub sârma conductoare stratul de cupru se formează mai gros și mai denivelat. După șlefuirea suprafeței, se îndepărtează surplusul astfel încât să rămână doar forma dorită.

În cazul obiectelor rotunde realizăm părți componente din acestea. Este important ca înaintea începerii lucrului să gândim din toate punctele de vedere cum decupăm formele, iar negativele trebuie proiectate corespunzător. Este esențial ca în negative să nu apară așa numitele „încizări” (subincizii), deoarece cuprul când migrează se depune doar în locurile care nu sunt acoperite sau umbrite, în direcția anodului. Este indicată marcarea pe original a conturului zonelor de îmbinare. La marginile bucaților de forme se pun „despărțitoare” din plastilină sau ceară după care se toarnă treptat silicon între ele, până ce se va acoperi toată suprafața dorită. Ar fi mult mai simplă folosirea silicoanelor sau a cauciucurilor frământabile (ca plastilina), dar acestea prezintă dezavantajul riscului ca

negativul să nu ne iasă la fel de identic, apariția lipsurilor sau bulelor de aer, părțile adâncite a obiectului putând să rămână neacoperite. În multe cazuri s-a dovedit utilă folosirea a mai multe tipuri de cauciuc siliconic, combinate în funcție de dificultatea suprafeței. De exemplu în cazul când dorim să executăm o copie după un vas adâncit, nu putem umple cu cauciuc tot interiorul vasului din motive obiective, cât și din cauza riscurilor. În cazul acesta turnăm în interior puțin silicon lichid și îl întindem prin mișcarea circulară a vasului până se formează un strat subțire dar încă fluid. În stratul subțire nu se formează bule de aer și siliconul se așează perfect pe suprafața obiectului. Această operație se poate repeta până obținem o grosime rezistentă. Autorul susține din experiență că este mult mai indicată folosirea aceluiași silicon, diluat cu aerosil și pensulat treptat pe suprafață. Întâlnim situații când pe obiecte există puncte sau zone adâncite și știm că depunerea metalului este condiționată și de distanța dintre obiect și anod. În cazul acesta este indicat ca negativul să fie penetrat în punctul cel mai adânc, fără să mai fie nevoie de matisarea negativului cu sârmă conductoare. La forme și mai complicate se folosește și un „anod interior”. De exemplu în cazul unui negativ cilindric, se atârână în interior un anod baghetă. Trebuie însă calculată distanța dintre poli.

La obiectele obținute din mai multe bucăți, după îndepărtarea surplusurilor urmează îmbinarea acestora cu unelte de mână sau lipire cu cositor. Important este ca părțile să fie compatibile la îmbinări, fixându-le în prealabil cu capse, sârmă sau agrafe, după care se sudează în puncte. Este mai indicat ciocanul de cositor decât flacăra. La obiectele închise se lasă găuri de aerisire. Urmele de sudură din exterior se șlefuiesc, se finisează, iar suprafața se poate galvaniza. Dacă încărcarea cu cupru se efectuează în baie acidă, ne putem aștepta ca cuprul să se depună greu pe cositor. Un exemplu bun ca lucrare, este statuia lui Lar și Apollo din Iarariumul de la Nagydem. (foto 1–4). Negativul postamentului s-a copiat dintr-o singură bucată, secționată într-un singur loc, reîmbinat ulterior. Partea din față a statuii, împreună cu mâinile s-au putut copia dintr-o bucată, iar spatelul s-a copiat din două bucăți, datorită proeminențelor

### **Completări prin metoda galvanoplastiei**

Dacă dorim efectuarea unei completări prin metoda galvanoplastiei, în primul rând trebuie ca partea lipsă să fie modelată pe obiectul original. După aceea completarea se îndepărtează cu grija de original. Se ia forma pentru realizarea negativului, având grijă ca la capătul care se va lipi ulterior de forma originală să rămână o margine mică. Ulterior, bucata modelată prin galvanoplastie va fi lipită de original, de marginea menționată mai sus. Adezivul folosit în acest caz are un rol dublu: într-o primă fază consolidează și lipește, având apoi și rol separator ca cele două suprafețe de metal să nu intre în contact direct. Un exemplu reușit de completare prin galvanoplastie este cana romană

din ansamblul arheologic de la Szomor-Somodorpuszta (foto 5–10). La reconstrucția acestui obiect a fost necesară efectuarea unui model galvanoplastic mult mai solid pentru susținerea structurii grele a vasului. Forma reconstruită s-a efectuat pe baza unor analogii, după o consultare prealabilă cu un grup de arheologi specializați.<sup>8</sup>

Un alt exemplu este coiful numit „Eskü téri sisak” (foto 11 – „Coiful din Piața Jurământului”). Completarea s-a efectuat ca și în cazul căunii. Coiful ceremonial a fost împodobit cu ornamente din sticlă și pietre din pastă de sticlă. Pietrele lipsă nu au fost înlocuite ci doar marcate.<sup>9</sup>

În anii 1960 au fost câteva încercări de completare a obiectului original prin galvanoplastie. La „cantharusul” din Szob, completarea s-a făcut prin așezarea unui negativ de ceară în interior pe zona lipsă, după care tot vasul s-a izolat cu ceară. Forma a fost transformată în conductor, așadar electricitatea a fost vehiculată de obiectul propriu-zis. Cuprul s-a sedimentat pe completare dar nu s-a fixat de cel original. Nu s-a reușit fixarea nici prin sudură, cuprul depus rămânând rigid și rupându-se. În cazul acesta exista și riscul de coroziune prin diferența de potențial între bronz și cupru. Încercarea nu a avut succes.<sup>10</sup> S-a revenit asupra obiectului ulterior după câteva decenii.<sup>11</sup>

Galvanopastia s-a utilizat în muzee încă din a doua jumătate a secolului al 19-lea. La Muzeul de Artă Meșteșugărească a funcționat chiar un atelier de galvanoplastie. S-au efectuat numeroase copii de calitate superioară, dar se cunosc și reconstrucții. Suportul de vas din argint (tripus) de la Polgard a fost asamblat de meșteșugarul Vandrak András și este foarte probabil ca al treilea picior care lipsea, să fi fost confecționat de el prin galvanoplastie. Deși nu s-au găsit date despre cine și când l-a făcut, este evident că a fost lucrat în atelierul de galvanoplastie al Muzeului de Artă Meșteșugărească.<sup>12</sup> Este menționat și în catalogul muzeului, din 1908, conținând piesele și produsele realizate. Acesta apare pe primul loc, cât și suma de 315 de coroane (foto 12–14). După sumă se dovedește că o asemenea lucrare pretențioasă nu era ieftină nici atunci. Secția era condusă de Hepka Károly, profesor la Școala Națională Regală de Artă Meșteșugărească.<sup>13</sup>

În numeroase muzee, putem vedea în expoziții, replicile și copiile create de către aceștia, de exemplu: copia tezaurului de la Nagyszentmiklós (Sânnicolau Mare) ex-

pusă la Muzeul Național al Ungariei (foto 15) atestată și prin semnele de marcaj folosite de atelier. Copia este atât de bine realizată, încât a necesitat doar o intervenție minimă, chiar și după un secol de existență, prin repoleirea suprafeței, în 2002.

În ultima vreme s-a răspândit obiceiul ca restauratorul să nu intervină cu completări asupra obiectului original, limitându-se doar la curățarea și conservarea acestuia, realizând copii identice după acesta. Așadar, completarea se face doar pe copie. Acest procedeu este foarte benefic obiectului, cu șanse mai mari ca informațiile să se păstreze mai bine în acest fel pentru generațiile următoare. Din cele prezentate, concluzia ar fi că galvanoplastia poate să câștige teren în realizarea copiilor și un rol mai important în domeniul restaurării.

*Katalin T. Bruder*

Restaurator arheologic și de artă meșteșugărească  
Budapesta

Tel.: +36-1-353-3608, +36-30-242-3221

## TITLURILE FOTOGRAFIILOR

- Foto 1–2.* Copia galvanoplastică a statuii lui Apolo din lalariul de la Nagydém.
- Foto 3–4.* Copia galvanoplastică a statuii lui Lar din lalariul de la Nagydém.
- Foto 5.* Rămășițele căunii din ansamblul arheologic roman de la Szomor-Somodorpuszta.
- Foto 6.* Modelul reconstruit plastic.
- Foto 7–8.* Negativul din silicon văzut din interior și din lateral.
- Foto 9.* Completare brută prin galvanoplastie.
- Foto 10.* Cana completată prin galvanoplastie.
- Foto 11.* Coiful din „Piața jurământului”.
- Foto 12–14.* Lista copiilor galvanoplastice, cu descrierea și documentația foto a tripusului-editat de Muzeul Național de Artă meșteșugărească, 1908.
- Foto 15.* Copia galvanoplastică a tezaurului de la Sânnicolau Mare în expoziția arheologică din Muzeul Național al Ungariei.

*Traducere: András Tihamér*

<sup>8</sup> T. Bruder Katalin: A Szomor-somodorpusztai római kori kocsilelet kancsójának rekonstrukciója. In: Múzeumi Műtárgyvédelem 4. Szerk. Központi Múzeumi Igazgatóság, 1977. pp. 109–112.

<sup>9</sup> T. Bruder Katalin: Két római sisak újrarestaurálása. In: Műtárgyvédelem 27. Szerk. Török K. Magyar Nemzeti Múzeum, 2000. pp. 45–54.

<sup>10</sup> Intervenția a fost făcută de Bakó Győző restaurator șef la Muzeul Național al Ungariei, cu merite deosebite în domeniul galvanoplastiei, după al II-lea Război Mondial. Ca ajutor l-a avut pe Ughy Dezső.

<sup>11</sup> T. Bruder Katalin: A szobi kantharos újrarestaurálása. In: Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 3. Szerk. Kovács P. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, 2003. pp. 77–82.

<sup>12</sup> T. Bruder Katalin-Mráv Zsolt-Veres Kálman: Az elrejtett quadripus. (quadripul ascuns) In: Műtárgyvédelem 28. Ed. Török K. Magyar Nemzeti Múzeum, 2002. pp. 49–65.

<sup>13</sup> Strada Oroszlán, azi strada Török Pál.