

# TEHNOLOGII ELECTROCHIMICE DE PRELUCRARE A MATERIALELOR METALICE

Oleg POGÎLĂ

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

**Abstract:** Electrochemical processing of metallic materials is being studied by scientists for several centuries. Due to this process of processing, many technological operations have been optimized, economic expenditures have been reduced, etc. This process now plays an important role in the industry.

**Cuvinte cheie:** tehnologii electrochimice, prelucrări metalice, acoperiri metalice

## 1. Clasificare convențională

**Prelucrarea electrochimică** a semifabricatelor din construcția de mașini presupune existența unui proces de schimb de sarcini și de masă între anod, catod și lichidul de lucru de tip electrolit, semifabricatul fiind, de obicei, conectat la unul dintre polii sursei de curent continuu.

Dacă ținem cont de fenomenele care au loc la nivelul suprafeței semifabricatului, vom avea:

- a. **Prelucrări prin eroziune electrochimică**, adică acele prelucrări în cazul cărora este vorba despre o prevalare de material din semifabricat;
- b. **Prelucrări electrochimice cu adăugare de material**; vom avea de-a face, în acest caz, cu acoperirile electrochimice cu depunerile prin electroforeză, cu reproducerea electrochimică și respectiv cu prelucrările bazate pe modificarea superficială, pe cale electrochimică, a compoziției chimice a materialului semifabricatului, material ce reacționează chimic cu materialul de adaos.

## 2. Procedee de acoperire electrochimică

**Echipment.** Structura unui echipament pentru realizarea acoperirilor electrochimice este, în mare măsură, similară celei a echipamentelor utilizate, de obicei, pentru lustruirea electrochimică; de altfel, în multe cazuri, acoperirile electrochimice și lustruirea electrochimică se realizează în același atelier și eventual chiar apelând la aceleași echipamente.

Vom întâlni, ca atare, cuve, subsisteme de suspendare/transport al semifabricatelor, surse de curent, subsisteme de agitare, filtrare, termostatare și depozitarea electrolitului, subsisteme de uscare a produselor, subsisteme de evacuare a gazelor și a pulberilor nocive etc.

**Cuvele** pot fi de tip clopot rotativ (cu forme piramidale sau tronconice și având axa înclinată la 45°), tambur perforat (sau tobă perforată), parțial sau total imersat în electrolit, cu secțiune circulară, hexagonală, octogonală etc. și respectiv de tip clopot — tambur (clopot cu axă orizontală).

**Semifabricatele** se așează liber pe dispozitivele de suspendare sau sunt imobilizate pe acestea cu ajutorul unor lamele elastice; este necesar să nu se producă ecranări ale suprafețelor pe care urmează să se realizeze depunerea electrochimică.

**Subsistemele de filtrare** pot utiliza filtre fixe sau mobile, iar procesul propriu-zis de filtrare are loc fie în mod continuu, fie periodic.

**Încălzirea electrolitului** are loc fie în mod direct, fie prin transfer de căldură de la pereții cuvei. Pentru încălzire, se utilizează apa caldă, aburul, curentul electric sau arzătoarele cu gaz.

**Puterea necesară** în cazul încălzirii cu ajutorul curentului electric se determină cu ajutorul relației:

$$N = \frac{1,16V\Delta}{1000 \cdot 0,85t_i} [kW],$$

În care  $V$  este volumul de electrolit din cuvă, în  $m^3$ ,  $\Delta$  — diferența dintre temperatura finală și cea inițială, iar  $t_i$  — durata încălzirii, în ore.

**Răcirea electrolitului** se realizează cu ajutorul unor serpentine prin care circulă apă rece.

**Agitarea soluției** electrolit poate fi realizată prin convecție, prin insuflare de aer comprimat, folosind pompe, agitatoare mecanice, ultrasunete ori dispozitive pentru deplasarea semifabricatelor.

**Uscarea pieselor** are loc în instalații centrifugale, cu aer cald, cu rumeguș încălzit, în dulapurile uscare sau cu ajutorul agenților hidrofobi

**Epurarea apelor reziduale** este o problemă ce necesită utilizarea unor cuve pentru stocarea reactivilor, pentru tratarea chimică a soluțiilor și a apelor de spălare etc.

### 3. Pregătirea suprafețelor în vederea acoperirilor electrochimice

**Pregătirea mecanică** se realizează prin *șlefuire* (pentru micșorarea înălțimilor asperităților grosolane), prin *lustruire abrazivă* și *periere*.

*Șlefuirea* și *lustruirea* se pot realiza utilizând materiale abrazive sub formă de granule și pulberi, înglobate în paste sau în emulsii apoase, iar ca scule - discuri din pâslă, tobe rotative etc. Micșorarea asperităților poate fi obținută însă și prin procedee clasice de lepuire, vibronetezire etc. Evident, este posibilă și utilizarea unor procedee de lustruire chimică sau electrochimică.

**Degresarea** are loc:

- Cu ajutorul substanțelor organice (benzină, white-spirit), prin ștergere, imersie ori supunere la acțiunea vaporilor;
- Cu substanțe alcaline, din categoria hidroxizilor alcaline, a carbonaților ori fosfaților alcalini, a silicaților de sodiu (meta- și orto-silicaților), a unor compuși tensioactivi (de tipul detergenților) sau chiar al unor aditivi insolubili, cum sunt bentonita și argila;
- Pe cale electrochimică, utilizând substanțe similare celor din cazul degresării alcaline;
- Cu ajutorul unei soluții activate ultrasonic.

**Decaparea** se realizează într-una din variantele menționate anterior (decapare catodică, decapare anodică, decapare în curent cu polaritate alternantă etc.).

### 4. Descrierea sumară a câtorva procedee ce permit realizarea acoperirilor electrochimice cu diferite materiale metalice

**Cromarea** conferă pieselor o rezistență ridicată la coroziune, o valoare scăzută a coeficientului de frecare, o rezistență mecanică mare, o duritate sporită, o bună rezistență la uzură, o termostabilitate superioară.

*Electrolitul* poate fi o soluție apoasă de anhidridă cromică ( $\text{CrO}_3$ ), cu adaos de acid sulfuric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Anozii se execută din plumb sau din aliaje pe bază de plumb și stibiu. Se folosesc tensiuni de lucru de 6...10 V, o densitate de curent de 10...200 A/dm<sup>2</sup>, temperaturi ale electrolitului cuprinse între 35 și 75 ° C.

Dacă ținem cont de **temperatura electrolitului**, vom avea:

- Cromarea mată*;
- Cromarea lucioasă*;
- Cromarea așa - numită lăptoasă (sau aburire)*.

În raport cu **proprietățile stratului de crom** depus, vom întâlni următoarele trei variante de cromare:

- *Cromarea dură (netedă)*;
- *Cromarea poroasă*;
- *Cromarea decorativ - protectoare*.

După cromare, piesele se spală în apă fierbinte; în continuare, se supun unei operații de neutralizare, într-o soluție cu 3 % sodă, după care se spală din nou și se usucă. Evitarea fragilității determinate de prezența hidrogenului se realizează printr-un tratament termic, (menținere în ulei, la o temperatură de 150...200 ° C, timp de 2...3 ore). Dacă nu dorim cromarea anumitor suprafețe, acestea se vor acoperi cu nitrolac sau cu lacuri pe bază de materiale plastice.

**Nichelarea** este utilizată cu precădere în scopuri decorativ - protectoare. Stratul de nichel dispune de o plasticitate redusă; el este însă rezistent la coroziune în condiții atmosferice obișnuite și la temperaturi de până la 600 ° C.

**Cadmierea** conferă o rezistență sporită la coroziune pieselor din oțel, fontă, cupru și aliaje de cupru.

**Zincarea** asigură pieselor din oțel protecție împotriva coroziunii atmosferice, a coroziunii generate de umezeală, de gazele de ardere, de produsele petroliere, de soluții alcaline având concentrații mici sau medii.

**Cuprarea (arămirea)** este utilizată fie în scopuri decorative, fie pentru obținerea unor bune proprietăți antifricțiune, fie pentru crearea unui strat intermediar, înainte de cromare sau de nichelare, de exemplu.

**Cositorirea (stanarea)** asigură protejarea împotriva coroziunii, facilitează realizarea prin lipire a contactelor electrice din aparatura radioelectronică, permite obținerea îmbinărilor filetate etanșe sau conferă un aspect decorativ agreabil.

**Acoperirea cu plumb** conferă pieselor o rezistență bună la coroziune în aer umed, în acid sulfuric, fosforic, fluorhidric, cromic, în clor, în gazele de ardere, în combustibili lichizi etc.

**Alămirea** se folosește fie în scop decorativ - protector, fie pentru crearea unui strat intermediar, înainte de cromare, nichelare etc.

**Argintarea** este utilizată:

- pentru protejare împotriva coroziunii (în industria chimică);

- b) pentru îmbunătățirea caracteristicilor electrice ale unor piese realizate din cupru, alamă, oțel, prin micșorarea rezistenței electrice de contact;
- c) pentru obținerea unui aspect decorativ;
- d) pentru realizarea unor suprafețe cu capacitate ridicată de reflectare a luminii;
- e) pentru obținerea unor lagăre de alunecare, necesare, de exemplu, în echipamentele de explorare a spațiului cosmic;
- f) pentru obținerea unor catalizatori, necesari, de asemenea, în industria chimică;
- g) pentru realizarea electrozilor din acumuloarele de tip Ag - Cd sau Ag - Zn;
- h) pentru obținerea unui strat intermediar, înainte de stanare (uneori) sau de aurire.

**Depunerea electrochimică a aurului** se folosește pentru a obține o rezistență mare la coroziune, pentru îmbunătățirea comportării la uzură și pentru creșterea conductivității specifice.

**Colorarea pieselor din materiale metalice.** Colorarea pieselor din materiale metalice se folosește, în primul rând, în scop decorativ; atunci când peste stratul colorat se aplică un strat de lac sau de unsoare, devine posibilă exploatarea respectivelor piese în condiții de severitate medie.

**Galvanizarea cu tamponul.** În principiu, avem de-a face cu apăsarea și deplasarea, pe suprafața de galvanizat a piesei, a unui dispozitiv port-tampon, conținând, ca elemente principale, *tamponul propriu-zis*, îmbibat cu o soluție concentrată de electrolit și un *anod solubil sau insolubil*. Procedul se utilizează pentru realizarea unor acoperiri zonale, inclusiv în cazul pieselor de dimensiuni mari sau pentru corectarea unor defecte de galvanizare din cazul unor piese deja montate într-un echipament.

## 5. Electroformarea

Electroformarea (numită, alteori, **galvano-formare** sau **reproducere electrochimică**) este un procedeu ce asigură obținerea unor piese alcătuite dintr-un strat subțire și de configurație complexă, realizat prin depunerea electrochimică a materialului metalic pe un model.

Prin electroformare se obțin, prin electroformare, matrițe pentru injectarea maselor plastice, matrițe pentru fabricarea discurilor, ghiduri de undă, oglinzi, ecrane, grile, filtre.

Pentru a preveni solidarizarea stratului metalic cu modelul, acesta din urmă se acoperă cu o peliculă subțire din grafit, ulei sau ceară.

Dacă modelul nu s-a realizat dintr-un material bun conducător de electricitate, se recurge la acoperirea acestuia cu grafit, cupru, aur sau argint.

## 6. Procedee de acoperire prin electroforeză

**Acoperirea prin electroforeză cu straturi de protecție.** Unul dintre principalele domenii de utilizare a electroforezei îl constituie acoperirea unor semifabricate metalice cu straturi de protecție; se utilizează, în acest sens, soluții apoase pe bază de rășini, alături de pigmenți, solvenți organici și aditivi de tipul agenților de dispersare sau agenților contra sedimentării.

### Avantaje

- productivitatea ridicată (durata medie a depunerii fiind de 2...3 minute);
- o bună calitate a stratului depus;
- cost relativ scăzut;
- capacitate ridicată de pătrundere în locuri mai greu accesibile altor procedee de vopsire;
- lipsa vaporilor toxici și necombustibilitatea peliculei;
- susceptibilitatea de automatizare;
- pierderile scăzute de material pelicologen.

### Dezavantaje

- necesitatea existenței unor utilaje complexe;
- consumul ridicat de energie electrică;
- necesitatea unui control destul de sever al parametrilor ce caracterizează regimul de lucru;
- posibilitățile mai reduse de modificare a culorilor sau de obținere a unor nuanțe mai deschise;
- aplicabilitatea numai pentru semifabricate metalice;
- necesitatea coacerii;
- imposibilitatea aplicării unui al doilea strat, tot prin electroforeză.

## 7. Depunerea granulelor abrazive ultra fine pe scule utilizate la netezire.

De obicei, suprafețele plane exterioare sau cele ce definesc un canal aparținând unei plăcuțe din siliciu se netezesc prin lepuire; durata relativ mare a unei asemenea operații a determinat efectuarea unor cercetări orientate spre identificarea și a altor procedee utilizabile în acest scop.

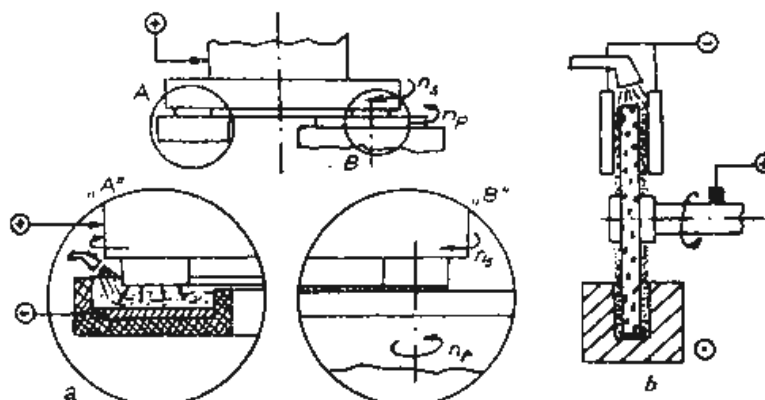


Fig. 1. Netezirea prin rectificare plană (a) și executarea unor canale în plăcuțe din siliciu (b), cu depunerea electroforetică, pe sculă, a unor granule abrazive ultra fine .

Un asemenea procedeu îl poate constitui, de exemplu, rectificarea suprafețelor plane, folosind o refacere continuă a calităților așchietoare aferente sculei, prin depunere electroforetică. O piatră de rectificat de tip oală, cu liant metalic (deci bun conducător de electricitate), care se rotește în contact cu suprafața unei plachete circulare din siliciu, antrenate de asemenea într-o mișcare de rotație.

O altă soluție tehnologică, bazată pe depunerea electroforetică a granulelor abrazive ultra fine, vizează realizarea canalelor în plăci din sticlă. În acest scop, se utilizează un disc metalic (anod), pe a cărui periferie de formă cilindrică sunt amplasate abrazive din diamant, cu rol direct în obținerea suprafețelor canalului.

### Concluzie:

În urma cercetării am determinat ce este Prelucrarea electrochimică și cum o putem executa. Am observat că tehnologii de prelucrare electrochimică a materialelor metalice sunt numeroase, și diferă unele de altele. Ele posedă avantaje care diferite avantaje, utilizate de oameni în diferite domenii pentru optimizări. Dar în același timp ele posedă și dezavantaje, care stimulează oamenii să caute metode noi de prelucrare a materialelor, pentru dobândirea proprietăților necesare.

### Bibliografie:

1. Marinescu Ion-Nicolae ș.a. "Prelucrări neconvenționale în construcția de mașini", București 1993.
2. Aurel Nanu "Tratat de tehnologii neconvenționale", Timișoara, Editura Augusta, 2003.
3. Артамонов Б.А. и др. "Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов" в 2-х томах, Москва, "Высшая школа" 1983.
4. Папилов А. Я. "Электрофизическое и электрохимическое обработка материалов", Москва, машиностроение 1971.
5. Ахизер А. И. "Общая физика. Справочное пособие", Киев, Наукова Думка 1981.
6. Байсупов И.А. "Электрохимическая обработка металлов", Москва, "Высшая школа", 1981.