

CERINȚE ÎN CAZUL UNUI DISPOZITIV PENTRU STUDIUL COMPORTĂRII MATERIALELOR METALICE LA PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE CHIMICĂ

Carmen BOTEZATU*, Ionuț CONDREA, Bogdan OROIAN

Departamentul de Tehnologie a Construcțiilor de Mașini, Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial,
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, România

*Autorul corespondent: Botezatu Carmen, e-mail: carmen.vio39@yahoo.com

Rezumat. Prelucrarea prin eroziune chimică se bazează pe interacțiunea unei substanțe chimic active cu materialul semifabricatului supus prelucrării. Suprafețele semifabricatului care nu trebuie prelucrate se acoperă cu un strat dintr-un material rezistent la acțiunea substanței chimic active. S-a considerat că prin exploatarea informațiilor din literatura de specialitate poate fi conceput un echipament care să permită studiul unor aspecte specifice procesului de prelucrare prin eroziune chimică. A fost conturată o structură de echipament care să faciliteze evidențierea influenței exercitate de către unii factori de intrare în procesul investigat asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic.

Cuvinte cheie: tehnologii neconvenționale, eroziune chimică, factori de intrare, parametri de interes tehnologic

Introducere

Eroziunea chimică este folosită în prezent la prelucrarea materialelor de diferite categorii, atât metalice, cât și nemetalice. Prelucrarea prin eroziune chimică se bazează pe rezultatul interacțiunii dintre materialul semifabricatului și o substanță chimic activă prezentă în zona de prelucrare sub formă de lichid sau de gaz [1].

Există procedee de tăiere, de gravare, de găurire, de lustruire etc. prin eroziune chimică.

Ca și în cazul altor procedee neconvenționale de prelucrare, eroziunea chimică se folosește atunci când nu este posibilă sau este inefficientă din punct de vedere economic utilizarea unor procedee de prelucrare așa-numite clasice.

Deși cunoscute de relativ mult timp, procedeele de prelucrare prin eroziune chimică sunt în continuare abordate de către cercetători, fie pentru relevarea condițiilor în care pot fi prelucrate noime materiale, fie pentru aplicarea unor variante noi sau îmbunătățite, pentru mai buna cunoaștere a proceselor de eroziune, fie pentru optimizarea unor asemenea procese.

Astfel, El-Awadi et al. au studiat eroziunea chimică în cazul unor probe realizate din aluminiu, cupru și oțel inoxidabil [2]. În calitate de soluție chimic activă ei au folosit o soluție de clorură ferică (FeCl_3) cu diferite concentrații și într-un alt caz au adăugat o soluție apoasă de acid azotic (HNO_3) având temperaturi diferite. S-a constatat că soluția apoasă de clorură ferică este un agent eroziv foarte potrivit pentru prelucrarea oțelului inoxidabil, a aluminiului și a cuprului. Reacția chimică aferentă procesului de eroziune este simplă, ceea ce face procesul să fie ușor de controlat. Un asemenea aspect este important în cazul urmăririi reducerii în greutate a probei dintr-un anumit material supus prelucrării. Adăugarea de acid azotic la soluția de clorură ferică contribuie la creșterea ratei de îndepărtare a materialului (a volumului de material metalic înlăturat din probă în unitate de timp) de aproximativ 12, 8 și 20 de ori pentru aluminiu, cupru și respectiv pentru oțelul inoxidabil. Creșterea temperaturii de eroziune conduce de asemenea la mărirea ratei de îndepărtare de material din probă și desigur la reducerea duratei prelucrării. S-a observat că aluminiului îi corespunde cea mai mare rată de îndepărtare a materialului, în comparație cu valorile aceluiași parametru de ieșire din proces din cazul cuprului și al oțelului inoxidabil [2].

Hernandez et al. [3] au efectuat cercetări experimentale privind posibilitățile de utilizare a eroziunii chimice în cazul unor probe din cupru. Aceste probe au fost mai întâi lustruite folosind o suspensie acidă pe bază de alumina, ce conținea o sare a unui acid organic (a acidului ftalic). S-a avut în vedere determinarea efectelor pe care diferiții factori de intrare în procesul de lustruire (pH-ul și concentrația de oxidant) le-ar putea exercita asupra calității suprafeței generate prin gravare pe proba din cupru, ca urmare a formării unui strat de oxid cupros [2].

În cadrul prezentei lucrări, s-a urmărit expunerea rezultatelor unor cercetări care au vizat identificarea unei soluții de echipament utilizabil în cercetarea experimentală a influenței exercitate de către unii factori de intrare în procesul de eroziune chimică asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic din cazul prelucrării prin eroziune chimică.

Principiul de lucru în cazul prelucrării chimice

Pentru a deveni posibilă îndepărtarea de material doar în anumite zone ale semifabricatului, acele suprafețe care nu trebuie afectate de prelucrare se acoperă cu un strat rezistent la acțiunea substanței chimic active (Fig. 1). Ulterior, semifabricatul pregătit în acest fel este imersat în soluția de substanță chimic activă sub formă de lichid aflat într-un recipient realizat de asemenea din material rezistent la acțiunea substanței chimic active. În raport cu durata imersării, se poate înregistra o pătrundere a substanței chimic active sub stratul de material protector și acest aspect poate să nu fie convenabil în anumite situații.

Pentru asigurarea unei productivități mai ridicate a prelucrării prin eroziune chimică, poate fi necesară recircularea soluției lichide cu rol de substanță chimic activă.

Cerințe pentru un echipament destinat cercetării experimentale a influenței exercitate de către unii factori de intrare în procesul de eroziune chimică asupra unor parametri de interes tehnologic

Procesul de eroziune chimică poate fi abordat ca un sistem ce prezintă factori de intrare și respectiv parametri de ieșire. Din punctul de vedere al aplicațiilor practice ale metodei de prelucrare prin eroziune chimică, este de interes cunoașterea influenței pe care unii factori de intrare o exercită asupra valorilor parametrilor de ieșire, considerați, în acest caz, drept *parametri de interes tehnologic*.

Principalele grupe de factori ce pot afecta rezultatele unui proces de prelucrare prin eroziune chimică sunt:

- proprietățile chimice și fizico-mecanice ale materialului semifabricatului;
- proprietățile chimice și unele proprietăți fizice ale substanței chimic active;
- posibilitățile de recirculare a soluției lichide de tip substanță chimic activă și de înlăturare deci a produselor rezultate din reacțiile chimice;
- aderența stratului din material rezistent la acțiunea substanței chimic active;
- temperatura soluției lichide a substanței chimic active;
- modul de susținere sau de dispunere a semifabricatului în soluția lichidă a substanței chimic active;
- rugozitatea suprafeței ce va fi supusă reacțiilor chimice etc.

În calitate de parametri de interes tehnologic specifici prelucrării prin eroziune chimică, pot fi luați în considerare următorii:

- productivitatea procesului, aceasta referindu-se la cantitatea de material (exprimată în unități de masă sau în unități de volum) îndepărtată din semifabricat într-o anumită unitate de timp;
- precizia dimensională, de formă și de poziție reciprocă a suprafețelor obținute prin aplicarea unei prelucrări prin eroziune chimică;
- starea suprafeței realizate prin prelucrare, în acest caz formulându-se referiri la rugozitatea suprafeței, la starea de tensiuni din stratul superficial generat prin prelucrare și la eventualele modificări structurale din stratul superficial.

Abordarea problemei realizării unui echipament destinat cercetării unor aspecte specifice procesului de prelucrare prin eroziune chimică poate demara prin formularea cerințelor pe care un asemenea echipament trebuie să le îndeplinească. Dacă această abordare se realizează folosind principii din proiectarea axiomatică [4-5], cerința funcțională (CF) de ordin zero ar fi următoarea: CF0: concepeți un echipament care să permită cercetarea influenței unor factori de intrare asupra unor parametri de ieșire din cazul prelucrării prin eroziune chimică.

Principalele cerințe funcționale de ordinul întâi ar putea fi următoarele: CF1: concepeți o formă adecvată a probei din materialul a cărui comportare la eroziune chimică urmează a fi studiată; CF2: asigurați condiții pentru imersarea probelor în soluția lichidă corespunzătoare substanței chimic active; CF3: asigurați prezența unei anumite soluții lichide a substanței chimic active; CF4: asigurați o modalitate de suspendare a semifabricatului în soluția lichidă corespunzătoare substanței chimic active; CF5: asigurați condiții pentru circulația soluției lichide; CF6: asigurați condiții pentru asigurarea unei anumite temperaturi a soluției lichide.

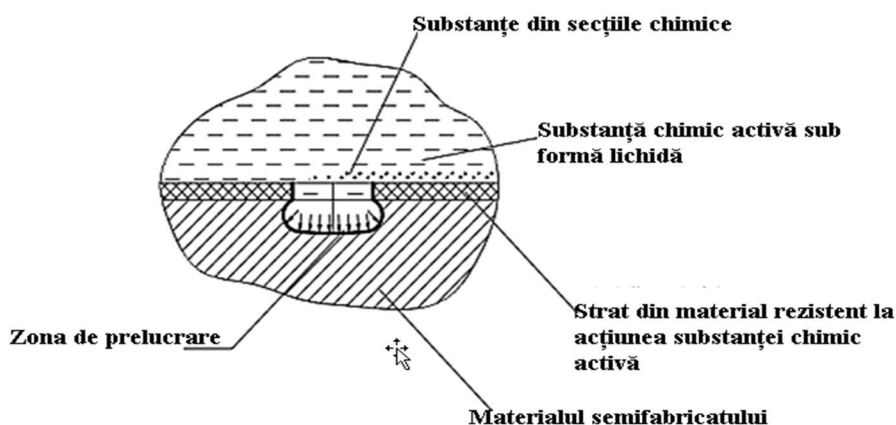


Figura 1. Reprezentare schematică a zonei de lucru la prelucrarea prin eroziune chimică

Soluție de echipament pentru cercetarea experimentală a unora aspecte specifice prelucrării prin eroziune chimică

Prin luarea în considerare a cerințelor funcționale menționate anterior, au fost selectate componente și subansambluri destinate să contribuie la îndeplinirea respectivelor cerințe funcționale.

Astfel, s-a convenit să se utilizeze o epruvetă de tipul celei reprezentate în Figura 2.

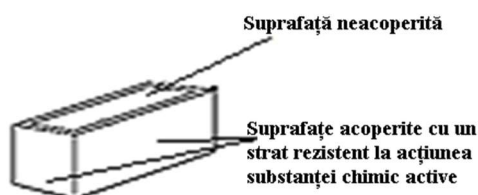


Figura 2. Epruvetă ce poate fi utilizată în cadrul cercetării experimentale

Echipamentul de prelucrare conceput corespunde în principiu reprezentării schematice din Figura 3. Acest echipament are ca parte de bază o cuvă mai largă, ce conține lichidul pentru încălzirea substanței chimic active introduse printr-un subsistem de recirculație a substanței chimic active și respectiv o cuvă mai mică, în care urmează să se afle în mod efectiv soluția apoasă a substanței chimic active. Această soluție apoasă a substanței chimic active este introdusă și respectiv evacuată din cava în care urmează a se desfășura procesul de eroziune chimică printr-un subsistem ce presupune o modalitate de circulație a soluției la nivelul suprafeței neprotejate a probei.

Un recipient suplimentar asigură condiții pentru colectarea substanței utilizate în procesul de eroziune chimică.

Proba ce urmează a fi supusă prelucrării prin eroziune chimică se fixează într-un dispozitiv ale cărui componente vor fi realizate din materiale rezistente la acțiunea substanței chimic active.

Concluzii

Una dintre prelucrările a cărei utilizare se dovedește eficientă în anumite situații practice este eroziunea chimică. În prezent, eroziune chimică se folosește pentru a realiza prelucrări prin gravare, găurire, lustruire etc. Studiul condițiilor de materializare a unui echipament care să permită studiul influenței exercitate de către unii factori de intrare asupra parametrilor de interes tehnologic din cazul unei prelucrări prin eroziune chimică a fost efectuat utilizând principiile din proiectarea axiomatice. A fost concepută o soluție de echipament care să permită îndeplinirea unor cerințe funcționale specifice îndeplinirii obiectivului de cercetare experimentală a procesului de prelucrare prin eroziune chimică. În viitor, se intenționează să se efectueze o cercetare experimentală prin utilizarea echipamentului în așa fel încât să poată fi evidențiată, de exemplu, influența exercitată de către concentrația substanței chimic active, de modul de acces al acesteia în zona de lucru etc. asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic din cazul eroziunii chimice.

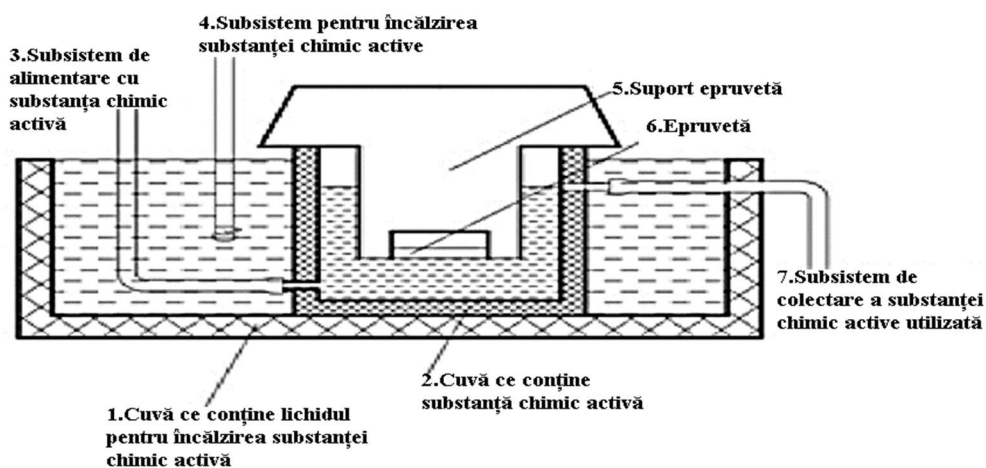


Figura 3. Reprezentare schematică a echipamentului pentru cercetarea experimentală a unor aspecte specifice prelucrării prin eroziune chimică

Mulțumiri

Autorii articolului mulțumesc domnului profesorului universitar Laurențiu Slătineanu, de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, pentru ajutorul acordat, pentru recomandările și sugestiile formulate cu privire la conținutul articolului.

Referințe

1. SLĂTINEANU, L, *Tehnologii neconvenționale în construcția de mașini*. Chișinău: Editura Tehnica-INFO, 2001.
2. EL-AWADI, G.A., TAWAKOL, A., SALEM, A., ELHALWANY, M., Chemical machining for stainless steel, aluminum and copper sheets at different etchant conditions. In: *Arab Journal of Nuclear Science and Applications*, 94 (2), 2016, pp. 132-139.
3. HERNANDEZ, J., WRSCHKA, P., OEHRLEIN, G.S. Chemistry Studies of Copper Chemical Mechanical Planarization. In: *Journal of The Electrochemical Society*, 148 (7), 2001, G389.
4. SLĂTINEANU, L. *Bazele cercetării științifice*. Iași: Editura PIM, 2019
5. SUH, N.P. *Axiomatic Design: Advances and Applications*. New York: Oxford University Press, 2001