

C.Z.U. 621.7/.8

## **MODELAREA PRIN METODA REȚELEI NEURONALE A PROCESULUI DE DURIFICARE PRIN DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN IMPULS**

**Vitalie Beșliu**, ing.dr.

(Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Moldova)

În această lucrare sunt comparate rezultatele experimentale cu cele teoretice, utilizându-se modelarea prin metoda rețelei neuronale pentru a prezice teoretic un set de parametri inițiali ai procesului de tratare termochimică, în scopul micșorării numărului de experiențe.

### **Introducere**

În prezent, durificarea suprafețelor pieselor se realizează atât prin metode clasice, cât și prin metode netradiționale, cum ar fi tehnologiile neconvenționale. Acestea permit durificarea suprafețelor pieselor cu forme complicate și dimensiuni foarte mici la care metodele clasice nu pot fi aplicate. Printre aceste metode se numără și durificarea prin descărcări electrice în impuls.

La durificarea prin descărcări electrice în impuls, cu electrozi executați din grafit, în aer, la temperatura camerei, aceștia fiind conectați în calitate de anod sau catod [1,2], pe suprafața piesei s-a atestat, în ambele cazuri, o mărire de microduritate mai mult sau mai puțin eficientă.

Pentru a spori considerabil microduritatea suprafeței piesei, în unele lucrări sunt folosite descărcările electrice în impulsuri bipolare pentru cazul când electrodul-sculă este confecționat din grafit, iar piesa – din oțel. Acestea sînt descrise în lucrările [3,4,5].

În ultimul timp, în scopul micșorării numărului de experiențe, sunt folosite diferite metode de analiză teoretică, una dintre ele fiind modelarea prin metoda rețelei neuronale [6,7], care permite precizarea unor rezultate experimentale.

### **Metodica cercetărilor experimentale**

În scopul predicției valorilor microdurității stratului superficial, a fost utilizat software-ul de rețele neuronale NNMODEL 3.1. Valorile microdurității microșlifurilor, prealabil prelucrate prin descărcări electrice cu impulsuri bipolare, au fost determinate inițial experimental, după metoda prezentată în lucrările [3-5]. Metoda rețelei neuronale permite obținerea unui model dinamic al procesului de tratare termochimică a suprafeței piesei prin descărcări electrice în impuls. În rezultatul obținerii unei rețele neuronale antrenate, după învățarea acesteia cu cazuri reale, se poate interoga această rețea în scopul predicției microdurității stratului superficial pentru un set nou de parametri ai procesului de tratare

termochimică a suprafeței piesei prelucrate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls.

Modelarea cu rețelele neuronale presupune următoarele etape:

- 1) crearea bazei de date, bazându-se pe datele experimentale de intrare și ieșire;
- 2) crearea modelului rețelei neuronale prin stabilirea variabilelor de intrare și ieșire;
- 3) alegerea parametrilor de rulare a rețelei neuronale;
- 4) inițializarea și antrenarea rețelei neuronale;
- 5) obținerea rezultatelor rețelei neuronale și analiza lor.

Experimental, au fost stabilite 21 de cazuri ce reprezintă seturi de valori ale paramerilor de intrare și, corespunzător, de ieșire.

Parametrii de conducere ai procesului de tratare sunt:  $W_c$  [J] – energia pe bateria de condensatoare,  $S$  [mm] – mărimea interstițiului,  $n$  – numărul de treceri,  $W$ [J] – energia în interstițiu (se calculează ținându-se cont de randamentul instalației experimentale). Parametrul ce indică rezultatele obținute se caracterizează prin microduritatea  $H_{max} \times 10^8$  [Pa]. Toți acești parametri formează matricea de date a rețelei neuronale.

Fiecare parametru devine o variabila a matricii de date, având rol de parametri de intrare (V2-V5) și de ieșire (V6).

Modelul rețelei neuronale indică variabilele de intrare și variabilele de ieșire, pentru a se realiza conexiunile între datele de intrare și rezultate. Variabilele stabilite ca ieșiri, sunt cele care vor fi calculate de către algoritmul rețelei neuronale, în vederea predicției valorilor acestora și pentru date de intrare, care nu se afla în matricea de date, dar care sunt în intervalul de antrenare al acestora (fig.1). De exemplu, intervalele de variație ale variabilelor sunt următoarele:  $W_c$ (J)-[0,64 – 1,40],  $S$  (mm)-[0,5-2,0],  $n$ -[1,0-4,0],  $W$  (J)-[0,26-0,65],  $H$  (Pa)[12,0-175,2],  $h$  ( $\mu$ m)-[4,0-14,0].

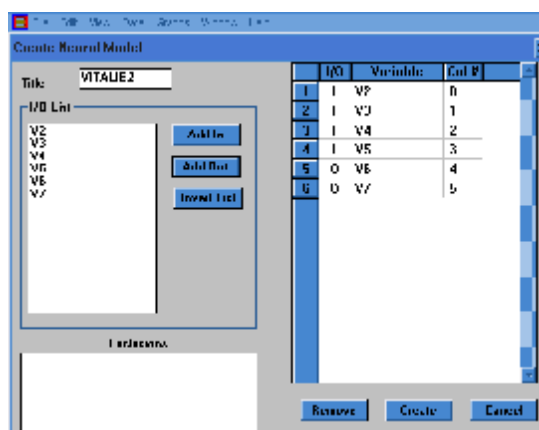


Fig.1. Crearea modelului rețelei neuronale

Modelul rețelei neuronale are șase variabile, cu următoarele notații și semnificații: V2- $W_c$  (J), V3-S (mm), V4-n (numărul de treceri), V5-W (J), V6-H(Pa), V7- h ( $\mu\text{m}$ ).

Pentru a obține valorile prezise ale valorilor de ieșire cu erori mici, valorile de interogare ale rețelei neuronale antrenate NNMODEL trebuie să aparțină intervalelor de antrenare mai sus menționate.

Parametrii numerici ce determină calcularea variabilelor de ieșire, sunt, în principal, următorii: numărul de straturi de neuroni ascunși, numărul pașilor de antrenare, eroarea maxim acceptată de calcul și algoritmul de oprire a predicției.

### Rezultatele obținute și analiza lor

Pentru determinarea microdurității stratului superficial prin tratarea termochimică cu descărcări electrice în impuls, se poate consulta preliminar rețeaua neuronală antrenată. Aceasta poate face o estimare a valorilor V6, când una din variabilele de intrare V2-V5 posedă o valoare diferită față de cele de antrenare, însă se află în intervalul determinat experimental.

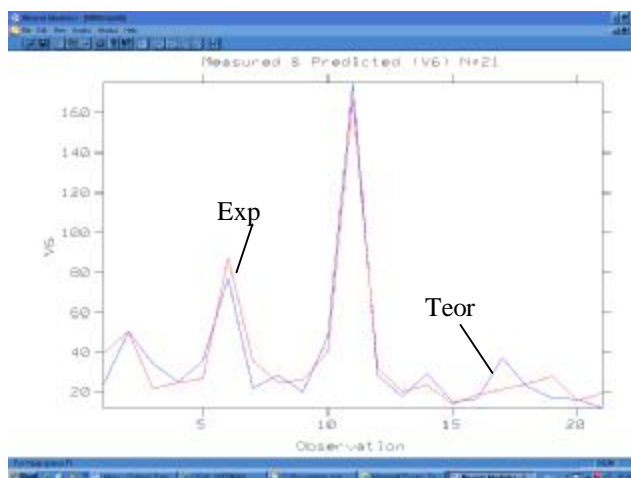


Fig.2. Comparația valorilor masurate cu cele prezise prin antrenarea rețelei neuronale NNMODEL pentru parametrul H (microduritatea)

În fig.2 este prezentată variația microdurității pentru cazul experimental și cel obținut în rezultatul utilizării rețelei neuronale, pentru o matrice de 21 cazuri experimentale. Putem observa că rezultatele obținute pe cale experimentală și cele prezise cu ajutorul rețelei neuronale se supun aceluiași legăți. Abaterile valorilor prezise nu depășește 10%. Prin urmare, putem afirma cu certitudine că utilizarea rețelei neuronale asigură destul de exact predicția rezultatelor ce vor fi obținute și asigură micșorarea cantității de încercări.

Așadar, având la dispoziție rețeaua neuronală, ce reprezintă un model dinamic, se poate efectua interogarea rețelei cu valori diferite de cele experimentale, dar care se află în intervalul de variație al variabilelor.

În fig.3 este prezentată dependența microdurității față de energia acumulată pe baterea de condensatoare (sau ce degajată în interstițiu, dacă se ține cont de randamentul instalației). Se observă că odată cu mărirea energiei pe baterea de condensatoare, crește și valoarea microdurității stratului superficial. Creșterea acestui parametru reflectă întru totul caracterul variației energiei degajate în interstițiu odată cu sporirea cantității de energie acumulată pe baterea de condensatoare a generatorului de impulsuri de curent.

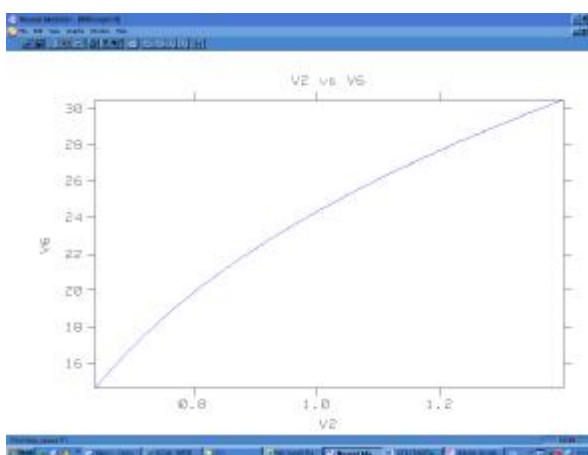


Fig.3. Dependenta microdurității  $H_{\max}$  de valoarea energiei de pe baterea de condensatoare  $W_c$

Efectul pe care îl au celelalte variabile asupra dependentei V2-V6 este prezentat în figurile ce urmeaza.

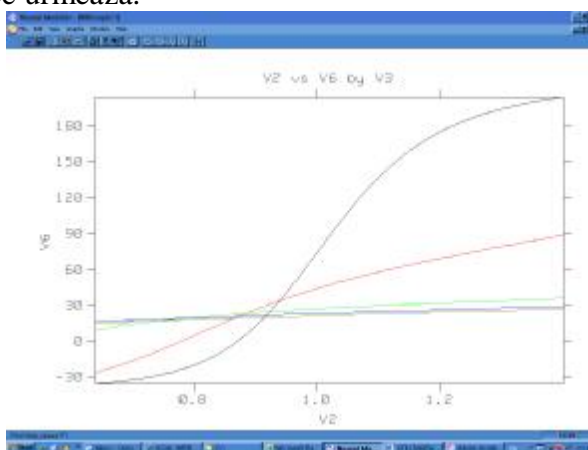


Fig.4. Variația microdurității  $H_{\max}$  funcție de energia acumulată pe baterea de condensatoare a generatorului de impulsuri de curent pentru diferite valori ale mărimii interstițiului: 1 –  $S=0,5\text{mm}$ ; 2 –  $S=1\text{mm}$ ; 3 –  $S=2\text{mm}$

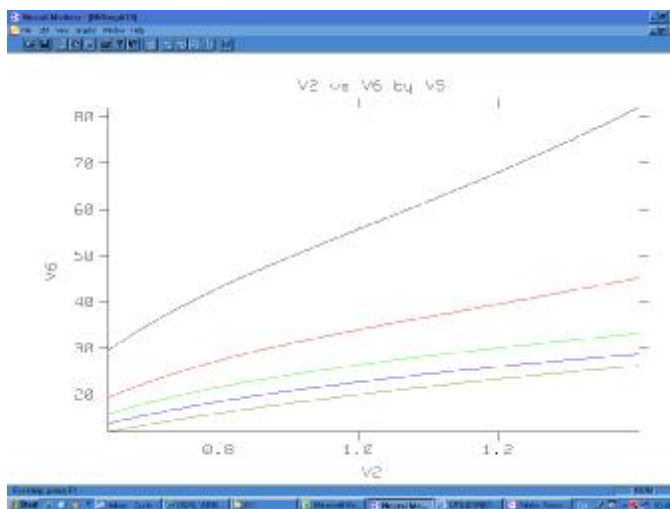


Fig. 5. Variația microdurității  $H_{\max}$  funcție de energia de pe batereea de condensatoare pentru diferite valori ale energiei degajate în interstițiu: 1 –  $W=0,58J$ ; 2 –  $W=0,42J$ ; 3 –  $W=0,26J$ ; 4 –  $W=0,47J$ ; 5 –  $W=0,65J$

Rezultatele prezentate în fig.4 indică asupra faptului că sporirea microdurității în funcție de energia acumulată pe batereea de condensatoare a generatorului de impulsuri de curent poartă un caracter complex și poate avea și valori negative. Posibil că valorile negative semnalizate de rețeaua neuronală corespund cazului când stratul superficial suferă modificări structurale de revenire. Pentru toate celelalte valori ale energiei, microduritatea sporește odată cu creșterea energiei atât din motivul caracterului complex al proceselor de difuzie a elementelor de aliere în stratul superficial, cât și din motivul răspândirii căldurii în suprafața piesei.

Variația microdurității, ca funcție de energia de pe batereea de condensatoare, pentru diferite valori ale energiei degajate în interstițiu, atestă faptul că aceasta crește odată cu cantitatea de energie degajată. Acest caracter al funcției microdurității de energie degajată în interstițiu reflectă întru totul caracterul redistribuirii energiei între suprafețele electrozilor și canalul de plasmă al descărcării electrice în impuls (fig.5).

## Concluzii

Putem afirma că aplicarea rețelei neuronale permite destul de exact să descriem și să prezicem efectele obținute, fapt care micșorează esențial numărul de încercări experimentale necesare pentru elaborarea tehnologiei de tratare termochimică a suprafețelor cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls.

## Bibliografie

1. Topala, P., Beshliu, V. Graphite deposits formation on innards surface on adhibition of electric discharges in impulses// BULLETIN OF THE POLYTEHNIC INSTITUTE OF IASSY. 2008.T.LIV. P.105-111.
2. Topala, P., Stoicev, P., Epureanu, A, Beshliu, V. “The hardening of steel surfaces on the sections for electrosparkle alloyage// International Sientific and Technical conference Machinebulding and technospere of the XXI centry. Donetk 2006. P.262-266.
3. Beșliu, Vitalie. Cercetări privind cementarea stratului superficial al suprafețelor pieselor din oțel cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls// FIZICA ȘI TEHNICA: Procese, modele, experimente. 2008. Nr.1.P.90-96.
4. Beșliu, Vitalie. Influența tratării termochimice prin aplicarea descărcărilor electrice cu impulsuri bipolare asupra microdurității și grosimii stratului superficial// UASM, Simpozion Științific Internațional „Agricultură, modernă- realizări și perspective”. Chișinău. 2008. P.175-178.
5. Beșliu, Vitalie. Cercetări privind tratarea termică și termochimică a suprafețelor pieselor prin descărcări electrice în impuls/ Rezumatul tezei de doctorat. Galați, 2008. 56p.
6. Rusnac, V. Modelarea prin metoda rețelei neuronale a procesului de modificare a microgeometriei suprafeșelor metalice aplicând descărcările electrice în impuls// UASM, Simpozion Științific Internațional „Agricultură, modernă- realizări și perspective”. Chișinău. 2008, P.160-164.
7. Горбань, А.Н., Россиев, Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск. Наука (Сиб. отделение), 1996, 276 с.

C.Z.U. 621.7/.8

## MODELLING THROUGH THE NEURON MODEL OF HARDENING PROCESS APPLYING ELECTRIC DESCARGES IN IMPULSE

**Vitalie Besliu**, Engineer, PhD  
(Alec Russo Balti State University, Moldova)

In this paper the experimental results are compared with the theoretical ones using the neuron model to predict theoretically a set of initial parameters of thermo-chemical treatment process with the purpose of decreasing the number of experiments.

Prezentat la redacție la 04.12.08