

Contribuții la modelarea procesului de debitare prin eroziune electrică complexă a fontei nodulare

Lect.drd.ing. Tiberiu-Marius Karnyanszky
Universitatea "Tibiscus" Timișoara

ABSTRACT. The debiting process of the materials through unconventional technologies can be managed by electric factors. This paper presents a mathematical pattern which allows to select an adequate working regime for optimal results.

1 Rezultate experimentale

În literatura de specialitate se consideră că în cazul prelucrării prin eroziune electrică complexă, principalele mărimi de ieșire –productivitatea prelevării și calitatea suprafeței obținute – sunt influențate în special de parametrii electrici-tensiune și curent și de parametri mecanici-viteza relativă și presiune [Her95, Her99, Kar00].

Tabelul 1. Productivitatea debitării fontei nodulare funcție de puterea indusă în spațiul de lucru și viteza relativă

$v_r=14$ m/s				$v_r=17$ m/s			
U[V]	I[A]	P[W]	Q[mm ³ /min]	U[V]	I[A]	P[W]	Q[mm ³ /min]
diametru OP=100 mm²							
22	20	440	8	10	20	200	3,5
20	25	500	10,5	28	10	280	4,6
15	35	525	5	24	15	360	7,5
14	40	560	3,5	15	35	525	3,5
13	45	585	2,8	14	40	560	3,8
diametru OP=225 mm²							
25	14	350	7	28	10	280	7,2

22	20	440	7,5	22	20	440	10
17	30	510	7	17	30	510	7,5
15	37	555	7,8	14	40	560	5,3
diametru OP=400 mm²							
24	16	384	9,2	26	12	312	10
18	25	450	7	20	20	400	11
15	35	525	6,8	15	35	520	6,5
14	40	560	6,5	13	40	525	5,5

În această situație, pentru a determina modelul matematic al dependenței productivității prelevării (Q_p) la debitarea fontei nodulare s-a experimentat [Sav71] debitarea unor probe pe o mașină de prelucrare prin EEC folosind diferite regimuri de lucru, obținându-se rezultatele din tabelul 1 care au reprezentarea grafică ca în figura 1.

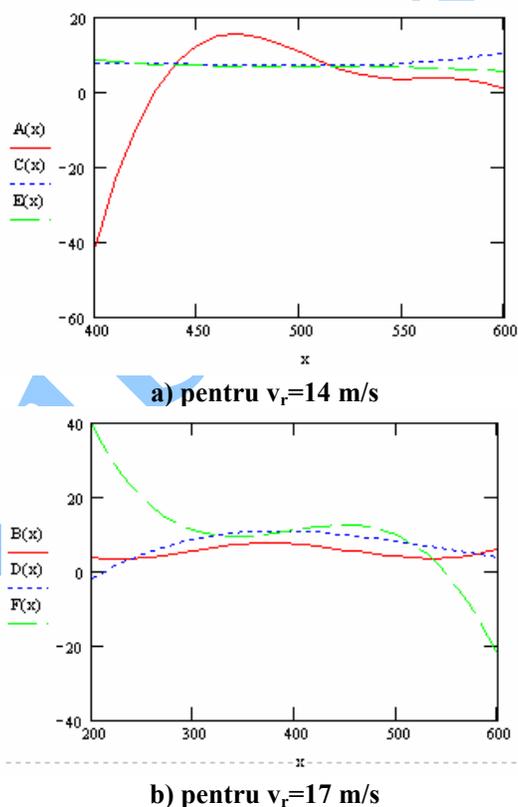


Figura 1: Dependența productivității de puterea indusă și viteza relativă (după datele din tabelul 1, A=100 mm² și 14 m/s, B=100 mm² și 17 m/s, C=225 mm² și 14 m/s, D=225 mm² și 17 m/s, E=400 mm² și 17 m/s)

Din analiza acestor date se poate observa că:

- productivitatea crește odată cu creșterea puterii induse în spațiul de lucru (reprezentată prin densitatea de curent);
- la creșterea presiunii de contact, se obține mai întâi mărirea productivității iar apoi aceasta scade, existând astfel o valoare optimă legată de stabilitatea sistemului tehnologic;
- la mărirea vitezei relative între piese se obține o mărire a productivității.

2 Modelul matematic

Pentru stabilirea modelului matematic al dependenței $Q_p=f(P)$, se încearcă reprezentarea prin funcții polinomiale de gradul 1, 2, 3 și prin funcții exponențiale, considerându-se expresiile:

$$Q_{p1} = a_1 \cdot P + a_0 \quad (1)$$

$$Q_{p2} = a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0 \quad (2)$$

$$Q_{p3} = a_3 \cdot P^3 + a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0 \quad (3)$$

$$Q_{p4} = e^{a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0} \quad (4)$$

$$Q_{p5} = a_0 \cdot e^{a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P} \quad (5)$$

Pentru determinarea coeficienților din cele cinci funcții se efectuează o interpolare polinomială prin metoda celor mai mici pătrate, folosind un program de calculator, care permite determinarea următoarelor rezultate:

-în cazul A (al prelucrării OP de 100 mm^2 , $v_r=14 \text{ m/s}$):

$$Q_{p1} = -0.0445 P + 29.2124$$

$$Q_{p2} = -4.4513 \cdot 10^{-4} P^2 + 0.4111 P - 86.2254$$

$$Q_{p3} = 1.9963 \cdot 10^{-5} P^3 - 0.0312 P^2 + 16.0802 P - 2733$$

$$Q_{p4} = e^{-8.1409 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0.075 \cdot P - 15.1102}$$

$$Q_{p5} = 2.7397 \cdot 10^{-7} \cdot e^{-8.1409 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0.075 \cdot P}$$

-în cazul B (al prelucrării OP de 100 mm^2 , $v_r=17 \text{ m/s}$):

$$Q_{p1} = -0.0017 P + 5.233$$

$$Q_{p2} = -1.0327 \cdot 10^{-4} P^2 + 0.0785 P - 8.337$$

$$Q_{p3} = -4.9436 \cdot 10^{-10} P^3 - 1.0272 \cdot 10^{-4} P^2 + 0.0783 P - 8.3173$$

$$Q_{p4} = e^{-1.9967 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0.0152 \cdot P - 1.0137}$$

$$Q_{p5} = 0.3627 \cdot e^{-1.9967 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0.0152 \cdot P}$$

-în cazul C (al prelucrării OP de 225 mm^2 , $v_r=14 \text{ m/s}$):

$$Q_{p1} = 0.0026 P + 6.1423$$

$$\begin{aligned}Q_{p2} &= 9,1996 \cdot 10^{-6} P^2 - 0,0057 P + 7,9542 \\Q_{p3} &= 1,4442 \cdot 10^{-6} P^3 - 0,002 P^2 + 0,8725 P - 120,5961 \\Q_{p4} &= e^{1,1437 \cdot 10^{-6} \cdot P^2 - 6,8726 \cdot 10^{-4} \cdot P + 2,0561} \\Q_{p5} &= 7,8156 \cdot e^{1,1437 \cdot 10^{-6} \cdot P^2 - 6,8726 \cdot 10^{-4} \cdot P}\end{aligned}$$

-în cazul D (al prelucrării OP de 225 mm², v_r=17 m/s):

$$\begin{aligned}Q_{p1} &= -0,0048 P + 9,6636 \\Q_{p2} &= -1,9691 \cdot 10^{-4} P^2 + 0,158 P - 21,5901 \\Q_{p3} &= 5,7971 \cdot 10^{-7} P^3 - 9,444 \cdot 10^{-4} P^2 + 0,4684 P - 62,6287 \\Q_{p4} &= e^{-2,6121 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0,0208 \cdot P - 1,8117} \\Q_{p5} &= 0,1634 \cdot e^{-2,6121 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0,0208 \cdot P}\end{aligned}$$

-în cazul E (al prelucrării OP de 400 mm², v_r=14 m/s):

$$\begin{aligned}Q_{p1} &= -0,014 P + 14,098 \\Q_{p2} &= 1,3685 \cdot 10^{-4} P^2 - 0,1431 P + 43,9176 \\Q_{p3} &= -1,5408 \cdot 10^{-6} P^3 + 0,0023 P^2 - 1,1556 P + 199,3607 \\Q_{p4} &= e^{1,6268 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 - 0,0172 \cdot P + 6,3981} \\Q_{p5} &= 600,6877 \cdot e^{1,6268 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 - 0,0172 \cdot P}\end{aligned}$$

-în cazul F (al prelucrării OP de 400 mm², v_r=17 m/s):

$$\begin{aligned}Q_{p1} &= -0,0224 P + 18,0858 \\Q_{p2} &= -2,5169 \cdot 10^{-4} P^2 + 0,191 P - 25,1157 \\Q_{p3} &= -5 \cdot 10^{-6} P^3 + 0,0059 P^2 - 2,2968 P + 301,6403 \\Q_{p4} &= e^{-2,9527 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0,0222 \cdot P - 1,7511} \\Q_{p5} &= 0,1736 \cdot e^{-2,9527 \cdot 10^{-5} \cdot P^2 + 0,0222 \cdot P}\end{aligned}$$

3. Verificarea modelului

Validitatea modelului matematic obținut se face prin compararea rezultatelor reale cu cele determinate prin aplicarea funcțiilor calculate ca la punctul 2. Se calculează abaterea medie pătratică pentru fiecare caz în parte (fiecare operație de prelucrare din cele șase și fiecare tip de funcție din cele cinci) iar modelul corect este ales acela pentru care abaterea este minimă.

Rezultatele determinării abaterii sunt prezentate în tabelul 2 iar reprezentarea simultană a valorilor experimentale și a celor teoretice, pentru cele șase operații de prelucrare prin EEC, este ca în figurile 2-7.

Tabelul 2. Abaterea medie pătratică pentru funcțiile polinomiale și exponențiale determinate

Abatere S [%]	100 mm ²		225 mm ²		400 mm ²	
	14 m/s	17 m/s	14 m/s	17 m/s	14 m/s	17 m/s
pol. (1)	22.223	27.608	3.867	21.431	6.540	12.636
pol. (2)	27.079	17.498	3.820	2.520	3.097	3.796
pol. (3)	17.960	17.502	0	0	0	0
exp. (4)	18.223	14.156	3.807	0.362	2.706	4.382
exp. (5)	18.223	14.156	3.807	0.362	2.706	4.382

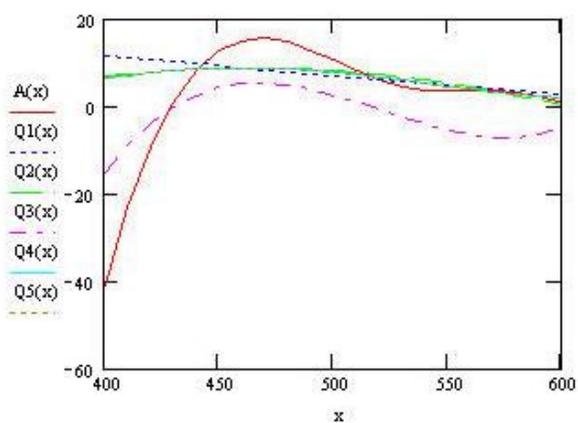


Figura 2: Dependența productivității de puterea indusă în cazul A

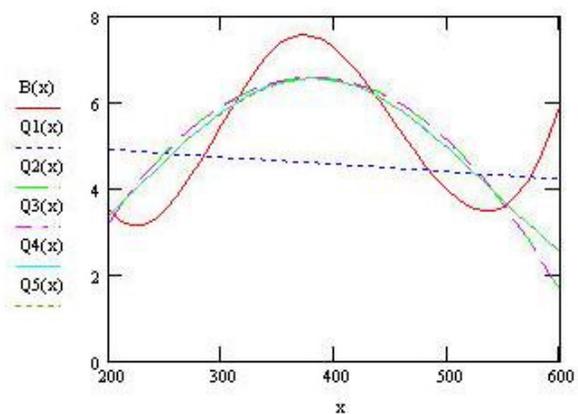


Figura 3: Dependența productivității de puterea indusă în cazul B

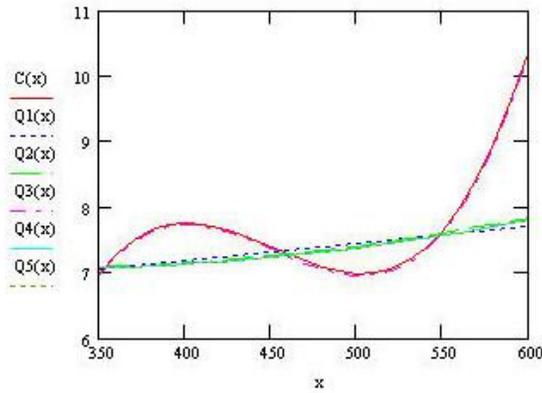


Figura 4: Dependența productivității de puterea indusă în cazul C

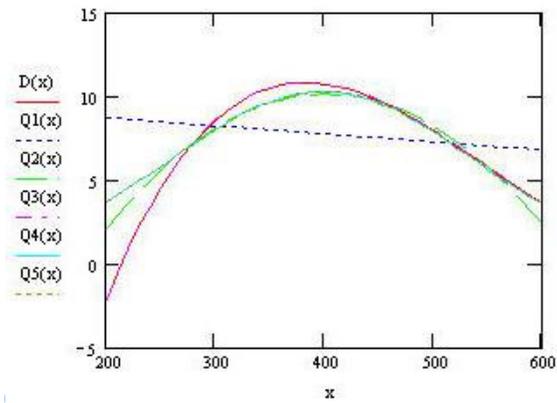


Figura 5: Dependența productivității de puterea indusă în cazul D

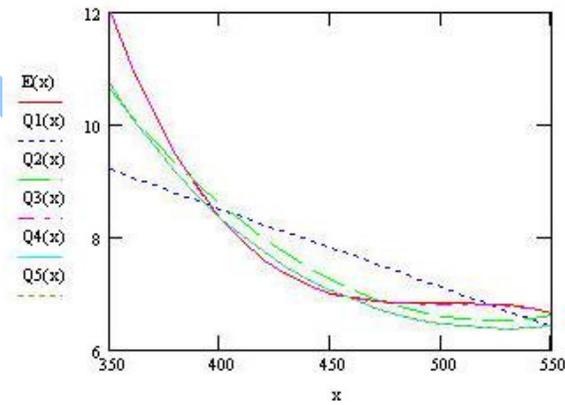


Figura 6: Dependența productivității de puterea indusă în cazul E

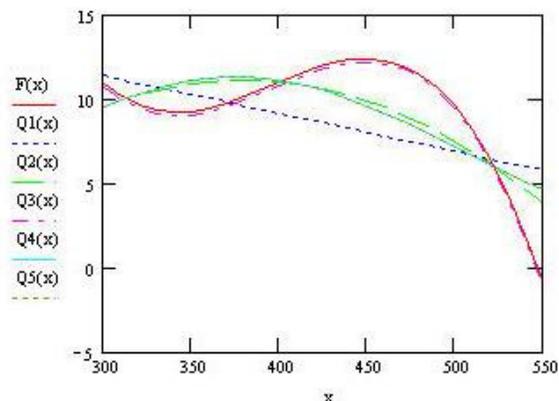


Figura 7: Dependența productivității de puterea indusă în cazul F

Concluzii

Din analiza rezultatelor obținute se observă că modelele matematice pentru productivitatea debitării fontei nodulare funcție de puterea indusă sunt în general funcții polinomiale de ordinul 3 (cu excepția situației B) și că acestea aproximează cu o eroare de maxim 18% (dar și eroare 0 în cazurile C, D, E și F) datele experimentale.

Bibliografie

- [Her95] **Herman, Richard-Ioan-Emil**, *Contribuții la optimizarea realizării fantelor prin eroziune electrică complexă*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Timișoara, 1995
- [Her99] **Herman, Mihaela**, *Prelucrarea dimensională prin eroziune electrică complexă*, Referat nr. 1, Universitatea Tehnică Timișoara, 1999
- [Kar00] **Karnyanszky, Tiberiu-Marius**, *Domenii de aplicare a eroziunii electrice complexe*, Referat doctorat nr. 1, Universitatea „Politehnica” Timișoara, 2000

- [Sav71] **Savii, Gheorghe**, *Studiul asupra condițiilor de aplicare a procedurii de tăiere anodo-mecanică la fonta nodulară*, Tehnologii neconvenționale în prelucrarea metalelor, Intreprinderea Poligrafică „Banatul”, Timișoara, 1971

Tibiscus