

Contribuții la modelarea procesului de debitare prin eroziune electrică complexă a oțelurilor bogat aliate cu crom

Lect.drd.ing. Tiberiu-Marius Karnyanszky
Universitatea “Tibiscus” Timișoara

ABSTRACT. Durring the debiting process of the materials and profiles through unconventional technologies, electric factors can be used to manage the process. There is presented a mathematical pattern which allows to select an adequate electrical tension and current for best results.

1 Experimente

Literatura de specialitate consideră că în cazul prelucrării prin eroziune electrică complexă, principalele mărimi de ieșire – timpul de prelucrare și calitatea suprafeței obținute – sunt influențate în special de parametrii electrici-tensiunea și curentul de lucru [L+83a, L+83b].

În această situație, pentru a determina modelul matematic al dependenței timpului de prelucrare (t) a oțelurilor bogat aliate cu crom, s-a experimentat [L+83a, L+83b] debitarea unor probe de oțel C120 cu diametrul de 50 mm și 40C10 cu diametrul de 35 mm, pe o mașină de prelucrare prin EEC. S-au obținut astfel rezultate din tabelele 1 și 2.

Analizând datele din cele două tabele 1 se poate observa că timpii de prelucrare scad odată cu creșterea tensiunii și a curentului de lucru dar există o limită peste care timpul de prelucrare crește din nou, din cauza înrăutățirii parametrilor de lucru ai dispozitivului: current prea mare pe spațiu de lucru se traduce prin densitatea mare de current, deci descărcările electrice trec din faza de impuls în faza de arc staționar ceea ce este necorespunzător pentru procesul de EEC.

Tabelul 1. Dependența t de U

Oțel C120					Oțel 40C10				
Nr. crt.	U [V]	t [min]			Nr. crt.	U [V]	t [min]		
		I=50A	I=75A	I=100A			I=50A	I=75A	I=100A
1	10	585	540	300	1	10			
2	15	525	445	255	2	15	425	370	
3	20	460	345	200	3	20	390	280	
4	25	375	320	180	4	25	375	225	
5	30	410	330	205	5	30	365	235	
6	35	520			6	35	400	265	

Tabelul 2. Dependența t de I

Oțel C120					Oțel 40C10				
Nr. crt.	I [A]	t [min]			Nr. crt.	I [A]	t [min]		
		U=23V	U=30V	U=39V			U=23V	U=30V	U=39V
1	50	580	460	375	1	50	390	440	
2	75	420	340	310	2	75	225	225	
3	100	300	265	240	3	100	175	190	
4	125	250	230	180	4	125	140	190	

2 Modelul matematic

Există mai multe modalități de elaborare a modelului matematic al unui proces. Printre acestea, se poate pleca de la presupunerea că dependența ieșirilor de intrări se poate exprima prin funcții polinomiale de gradul 1, 2, 3 și a.m.d.

Plecând de la această presupunere, vom căuta să determinăm cele mai potrivite funcții polinomiale de grad 2 și 3 care să interpozeze cu minim de eroare datele experimentale obținute ca mai sus.

Astfel, pentru dependența t funcție de U se consideră dezvoltările:

$$t_2 = a \times U^2 + b \times U + c \quad (2.1)$$

$$t_3 = d \times U^3 + e \times U^2 + f \times U + g \quad (2.2)$$

care exprimă aceste polinoame de grad 2 respectiv 3.

Pentru determinarea coeficienților a, b, ..., g se efectuează o interpolare polinomială folosind un program scris în limbajul Pascal care permite determinarea următoarelor rezultate:

-pentru oțel C120, I=50A:

$$t_2 = 0,893 \times U^2 - 44,493 \times U + 963,143 \quad (2.3)$$

$$t_3 = 0,0607 \times U^3 - 3,207 \times U^2 + 40,089 \times U + 443,81 \quad (2.4)$$

-pentru oțel C120, I=75A :

$$t_2 = 0,814 \times U^2 - 43,471 \times U + 899 \quad (2.5)$$

$$t_3 = 0,027 \times U^3 - 0,786 \times U^2 - 13,738 \times U + 731 \quad (2.6)$$

-pentru oțel C120, I=100A :

$$t_2 = 0,5 \times U^2 - 25,3 \times U + 509 \quad (2.7)$$

$$t_3 = 0,037 \times U^3 - 1,7 \times U^2 + 15,583 \times U + 278 \quad (2.8)$$

Conform acestor formule, diferențele între timpul măsurat și cel calculat, ca și erorile care au apărut între valorile măsurate și cele calculate, sunt prezentate în tabelul 3 pentru polinoamele de grad 2 și tabelul 4 pentru polinoamele de grad 3:

Tabelul 3

I=50 A			I=75 A			I=100 A		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
585	607,5	-3,846	540	545,714	-1,058	300	306	-2,000
525	496,643	5,401	445	430,143	3,339	255	242	5,098
460	430,429	6,429	345	355,286	-2,981	200	203	-1,500
375	408,857	-9,029	320	321,143	-0,357	180	189	-5,000
410	431,929	-5,348	330	327,714	0,693	205	200	2,439
520	499,643	3,915						
Eroare medie		5,661	Eroare medie		1,686	Eroare medie		3,207

Tabelul 4

I=50 A			I=75 A			I=100 A		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
585	584,722	0,047	540	541,714	-0,317	300	300,5	-0,617
525	528,532	-0,673	445	438,143	1,541	255	253,0	0,784
460	448,651	2,467	345	355,286	-2,981	200	203,0	-1,500
375	390,635	-4,169	320	313,143	2,143	180	178,0	1,111
410	400,040	2,429	330	331,714	-0,519	205	205,0	-0,244
520	522,421	-0,466						
Eroare medie		1,709	Eroare medie		1,500	Eroare medie		0,851

Se poate astfel observa că funcțiile polinomiale de grad 3 aproximează mai bine dependența timpului de prelucrare de tensiunea de lucru, la oțelul C120.

-pentru oțel 40C10, I=50A :

$$t_2 = -0,414 \times U^2 - 22,214 \times U + 666,714 \quad (2.9)$$

$$t_3 = 0,0167 \times U^3 - 0,836 \times U^2 + 7,619 \times U + 441,714 \quad (2.10)$$

-pentru oțel 40C10, I=75A :

$$t_2 = -0,871 \times U^2 - 486,714 \times U + 903,571 \quad (2.11)$$

$$t_3 = -0,01 \times U^3 + 1,621 \times U^2 - 66,571 \times U + 1038,571 \quad (2.12)$$

Conform acestor formule, diferențele între timpul măsurat și cel calculat, ca și erorile care au apărut între valorile măsurate și cele calculate, sunt prezentate în tabelul 5 pentru polinoamele de grad 2 și tabelul 6 pentru polinoamele de grad 3:

Tabelul 5

I=50 A			I=75 A		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
425	426,714	-0,403	370	369,571	0,116
390	388,143	0,476	280	278,714	0,459
375	370,286	1,257	225	231,429	-2,857
365	373,143	-2,231	235	227,714	3,100
400	396,714	0,821	265	267,571	-0,970
Eroare medie		1,038	Eroare medie		1,330

Tabelul 6

I=50 A			I=75 A		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
425	424,214	0,185	370	371,071	-0,290
390	393,143	-0,806	280	275,714	1,531
375	370,286	1,257	225	231,429	-2,857
365	368,143	-0,861	235	230,714	1,824
400	399,214	0,196	265	266,071	-0,404
Eroare medie		0,661	Eroare medie		1,381

Se poate astfel observa că funcțiile polinomiale de grad 3 aproximează mai bine dependența timpului de prelucrare de tensiunea de lucru pentru coloana I=50A și aproximativ cu aceeași eroare pentru I=75A.

Pentru dependența t funcție de I se consideră dezvoltările:

$$t_2 = a \times I^2 + b \times I + c \quad (2.13)$$

$$t_3 = d \times I^3 + e \times I^2 + f \times I + g \quad (2.14)$$

care exprimă aceste polinoame de grad 2 respectiv 3.

Pentru determinarea coeficienților a, b, ..., g se efectuează o interpolare polinomială folosind un program scris în limbajul Pascal care permite determinarea următoarelor rezultate :

-pentru oțel C120, U=23 V:

$$t_2 = -0,044 \times I^2 - 12,14 \times I + 1078,5 \quad (2.15)$$

$$t_3 = 0,00032 \times I^3 - 0,004 \times I^2 - 5,2 \times I + 300 \quad (2.16)$$

-pentru oțel C120, U=30 V:

$$t_2 = -0,034 \times I^2 - 9,01 \times I + 825,25 \quad (2.17)$$

$$t_3 = -0,0000533 \times I^3 + 0,048 \times I^2 - 10,167 \times I + 855 \quad (2.18)$$

-pentru oțel C120, U=39 V :

$$t_2 = -0,002 \times I^2 - 2,97 \times I + 519,25 \quad (2.19)$$

$$t_3 = 0,00016 \times I^3 - 0,04 \times I^2 + 0,5 \times I + 430 \quad (2.20)$$

Conform acestor formule, diferențele între timpul măsurat și cel calculat, ca și erorile care au apărut între valorile măsurate și cele calculate, sunt prezentate în tabelul 7 pentru polinoamele de grad 2 și tabelul 8 pentru polinoamele de grad 3:

Tabelul 7

U=23 V			U=30 V			U=39 V		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
580	581,5	-0,259	460	459,75	0,054	375	375,75	-0,200
420	415,5	1,071	340	340,75	-0,221	310	307,75	0,726
300	304,5	-1,500	265	264,25	0,283	240	242,25	-0,938
250	248,5	0,600	230	230,25	-0,109	180	179,25	0,417
Eroare medie		0,858	Eroare medie		0,167	Eroare medie		0,570

Tabelul 8

U=23 V			U=30 V			U=39 V		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
580	580	0	460	460	0	375	375	0
420	420		340	340		310	310	
300	300		265	265		240	240	
250	250		230	230		180	180	
Eroare medie			Eroare medie			Eroare medie		

Se poate astfel observa că funcțiile polinomiale de grad 3 aproximează excelent dependența timpului de prelucrare de curentul de lucru, la oțelul C120, față de funcțiile de grad 2.

-pentru oțel 40C10, U=30 V:

$$t_2 = 0,052 \times U^2 - 12,3 \times U + 870 \quad (2.21)$$

$$t_3 = -0,00107 \times U^3 + 0,332 \times U^2 - 35,433 \times U + 1465 \quad (2.22)$$

-pentru oțel 40C10, U=39 V:

$$t_2 = 0,086 \times U^2 - 18,19 \times U + 1127,25 \quad (2.23)$$

$$t_3 = -0,00155 \times U^3 + 0,492 \times U^2 - 51,733 \times U + 1990 \quad (2.24)$$

Conform acestor formule, diferențele între timpul măsurat și cel calculat, ca și erorile care au apărut între valorile măsurate și cele calculate, sunt prezentate în tabelul 5 pentru polinoamele de grad 2 și tabelul 6 pentru polinoamele de grad 3:

Tabelul 9

U=30 V			U=39 V		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	eroare
390	385	1,282	440	432,75	1,648
225	240	-6,667	225	246,75	-9,667
175	160	8,571	190	168,25	11,447
140	145	-3,571	190	197,25	-3,816
Eroare medie		5,022	Eroare medie		6,645

Tabelul 10

U=30 V			U=39 V		
t _{măs}	t _{calc}	eroare	t _{măs}	t _{calc}	Eroare
390	390	0	440	440	0
225	225		225	225	
175	175		190	190	
140	140		190	190	
Eroare medie			Eroare medie		

Se poate astfel observa că funcțiile polinomiale de grad 3 aproximează excelent dependența timpului de prelucrare de curentul de lucru.

3 Concluzii

Din cele două tabele rezultă că regimul optim de prelucrare a oțelurilor bogat aliate cu crom necesită tensiuni de 22-26 V și curenți de 100-125 A, caz în care timpul de prelucrare și respectiv calitatea suprafeței rezultate sunt optime, în condiții de uzură minimă a electrodului-sculă.

Bibliografie

- [KN01] **Karnyanszky, Tiberiu-Marius, Nanu, Aurel** - *Studiu privind modelarea procesului de prelucrare prin eroziune electrică complexă*, în „Revista de tehnologii neconvenționale nr. 2/2001”, Timișoara 2001
- [L+83a] **Lăncrăngean, Zenoviu et all.** – *Influența tensiunii din spațiul de lucru asupra timpului de debitare prin eroziune electrică complexă a oțelurilor bogat aliate cu crom*, în «A IV-a Conferință Națională de Tehnologii Neconvenționale», Timișoara, 1983
- [L+83b] **Lăncrăngean, Zenoviu et all.** – *Influența curentului din spațiul de lucru asupra timpului de debitare și a productivității prelucrării oțelurilor bogat aliate cu crom prin eroziune electrică complexă*, în «A IV-a Conferință Națională de Tehnologii Neconvenționale», Timișoara, 1983