

CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA FORMEI NECORESPUNZĂTOARE A DUZEI DE GAZ ÎN CADRUL ÎNCĂRCĂRILOR OBTINUTE PRIN PROCEDEUL MAG

BELICIU MARIAN¹, BRÎNZĂ CRISTIAN¹, TORECK VASILE-PETRE¹,
VRÎNCEANU HORIA-ȘTEFAN¹

Conducători științifici: Conf. Dr. Ing. Dumitru-Titi CICIC
S.I. Dr. Ing. Corneliu RONTESCU

REZUMAT:

În cadrul acestei lucrări sunt analizate efectele asupra elementelor geometrice, lățime (B) și supraînălțare (h) a încărcărilor prin sudare realizate prin procedeul MAG robotizat atunci când se folosesc duze de gaz necorespunzătoare. Sunt trasate graficele ce reprezintă variația elementelor geometrice analizate în funcție de gradul de deformare al duzei de gaz.

CUVINTE CHEIE : încărcare prin sudare, duză gaz, configurație cordon depus

1 INTRODUCERE

Este bine cunoscut faptul că elementele geometrice ale unei încărcări prin sudare sunt dependente pe lângă parametrii regimului de sudare, și de echipamentele și dispozitivele utilizate. La depunerea straturilor prin procedeul MAG, pistolul de sudare reprezintă o parte componentă importantă a echipamentului de sudare, și are drept scop aducerea metalului de adaos în zona de sudare și menținerea unei protecții gazoase.

Un pistol de sudare MAG este alcătuit în general din următoarele elemente: contactul alunecător al sârmei, duza de gaz și portduza cu difuzorul de gaze etc. Duza de gaz are rolul de a asigura curgerea lamelară a gazului, formând o atmosferă de protecție în zona de sudare.

2 ECHIPAMENTE ȘI DISPOZITIVE UTILIZATE

Pentru punerea în evidență a eventualelor dependențe dintre lățimea cordonului (I) supraînălțarea (h) și forma duzei de gaz, în cadrul experimentului au fost utilizate următoarele echipamente, dispozitive și instrumente măsurare:

- Robotul de sudare FANUC ArcMate100iBe, prezentat în Figura 1;
- Sursa de sudare, prezentată în Figura 2;
- Menghina, prezentată în Figura 3;
- Sistemul de rigidizare al probelor, prezentat în Figura 4;
- Instrumente de măsură, prezentate în Figura 5.



Figura 1 .
Robotul de sudare FANUC ArcMate100iBe



Figura 2. Sursa de sudare FRONIUS

¹ Specializarea Ingineria Sudării Facultatea IMST;
E-mail: horia.vrinceanu@gmail.com,



Figura 3 . Menghina utilizată pentru obținerea gradelor de deformare a duzelor



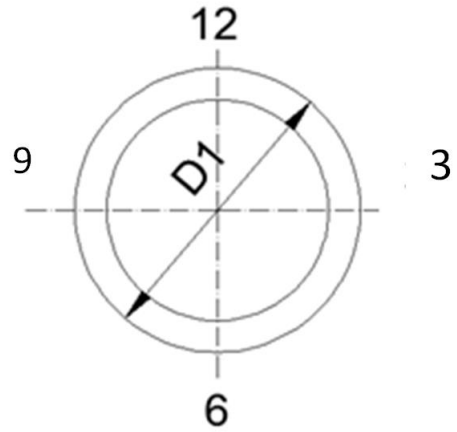
Figura 4. Sistemul de rigidizare al probelor.



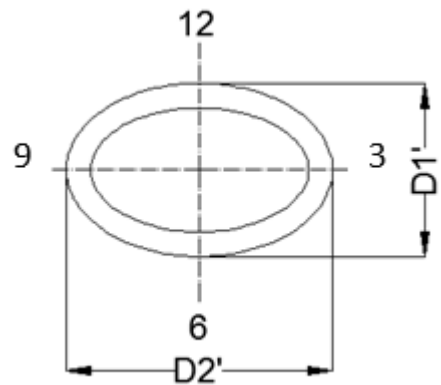
Figura 5. Șubler cu afișaj digital.

Duza de gaz folosită în cadrul experimentelor a fost o duză standard pentru robotul de sudare MAG având diametrul exterior de $\text{Ø}20\text{mm}$.

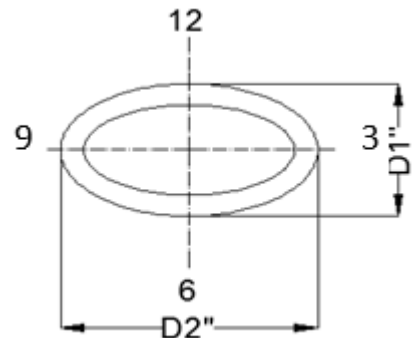
Duza de gaz a fost deformată prin aplatisare cu ajutorul menghinei până la obținerea unui anumit grad de deformare, fără a influența trecerea sârmei. În figura 6 sunt prezentate formele geometrice ale duzelor înainte și după deformare, precum și dimensiunile rezultate după aplicarea celor două aplatisări.



a) Duza de gaz nedeformată.



b) Gradul I de deformare al duzei pe direcția 12-6.



c) Gradul II de deformare al duzei pe direcția 12-6.

Figura 6. Formele geometrice ale duzei utilizate

3 DATE EXPERIMENTALE

3.1 Materialul de bază

Materialul de bază folosit în cadrul experimentelor a fost oțelul S235 JR, sub formă de tablă cu grosimea de 6mm, cu lățimea de 67mm și lungimea de 200mm.



Figura 7. Tablă din oțel S235 JR

În Tabelul 1 este prezentată compoziția chimică a acestei mărci de oțel conform standardului SR EN 10025:2:2004, iar caracteristicile mecanice sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 1. Compoziție chimică

Element chimic	C [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	N [%]	Cu [%]
Valoare	0.17	1.40	0.035	0.035	0.012	0.55

Tabelul 2. Caracteristici mecanice

Oțel	Limită la curgere [MPa] pentru $s \leq 16$ [mm]	Limită la rupere [MPa] pentru $s = 3-100$ [mm]	Alungire [%] pentru $s = 3-40$ [mm]
S235 JR	235	360-510	26

3.2. Materialul de adaos

Materialul de adaos utilizat a fost sârma G3Si1, cuprată, cu un diametru $\varnothing 1.2$ mm a cărei compoziție chimică este indicată în Tabelul 3 conform standardului EN ISO 14341-A, iar gazul de protecție a fost Ar+18% CO₂.

Tabelul 3. Compoziție chimică

Element chimic	C		Si		Mn		P	S
	Max/Min	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max		
Val	0.06	0.14	0.5	0.8	0.9	1.3	0.025	0.025

3.3. Parametrii regimului de sudare.

Parametrii principali ai regimului de încărcare prin sudare sunt indicați în Tabelul 4.

Tabelul 4. Parametrii regimului de sudare

Parametru	Valoare
Tensiunea arcului electric, U _a	22[V] \pm 1[V]
Intensitatea curentului de sudare, I _s	200[A] \pm 5[A]
Viteza de sudare, v _s	MIN 25[cm/min] MAX 45[cm/min]
Debitul de gaz	20[l/min]

4 DESCRIEREA EXPERIMENTULUI

Etapile generale parcurse în cadrul experimentelor au fost:

- Curățarea mecanică și chimică a probelor;
- Măsurarea probelor;
- Prinderea componentelor în mecanismul de fixare;
- Realizarea unui cordon etalon cu diametrul standard al duzei de gaz;
- Măsurarea geometriei cordonului etalon și a craterului final;
- Aplatisarea duzei de gaz pe direcția 12-6, conform figura 6.
- Realizarea a patru cordoane cu duza aplatisată, două cu viteza maximă cu duza poziționată paralel cu direcția de sudare și două cu viteza minimă cu duza poziționată perpendicular cu direcția de sudare.
- Măsurarea geometriei cordoanelor și a craterului final;
- Deformarea maximă a duzei de gaz pe direcția 12-6;
- Realizarea a patru cordoane cu duza aplatisată, două cu viteza maximă cu duza poziționată paralel cu direcția de sudare și două cu viteza minimă cu duza poziționată perpendicular cu direcția de sudare.
- Măsurarea geometriei cordoanelor și a craterului de final;

O descriere amănunțită a fiecărei etape este indicată în Anexa 1.

După realizarea probelor etalon, duza a fost deformată până la atingerea primului grad de deformare, obținându-se diametrele D1'=17.90 mm și D2'=21.35 mm.

După executarea probelor cu duza deformată cu primul grad, aceasta a fost deformată prin strângerea în menșină până la obținerea celui de-al doilea grad de deformare, rezultând diametrele :D1''=13.67 mm și D2''=24.14 mm

Formele duzei rezultate după cele 2 deformări sunt indicate în Figura 9.



- a) Formă duză – grad 1 de deformare b) Formă duză – grad 2 de deformare

Figura 9. Aspecte duză după deformare

5 REZULTATE

5.1. Codificarea probelor.

Codificarea probelor obținute în timpul experimentelor este indicată în Anexa 2.

5.2. INTERPRETAREA REZULTATELOR

Rezultatele obținute în urma experimentelor sunt indicate în:

- Anexa 3. Lățimea cordoanelor (B);
- Anexa 4. Supraînălțarea cordoanelor (h);
- Anexa 5. Parametrii folosiți în timpul experimentului;
- Anexa 6. Caracteristicile geometrice ale craterului de final și al începutului de cordon. Măsurarea valorilor B și h au fost efectuate cu ajutorul șublerului, în punctele de interes prezentate în Figura 11.



Figura 11. Punctele de interes în care s-au efectuat măsurătorile

Pe baza valorilor indicate în documentele mai sus amintite, au fost trasate următoarele grafice:

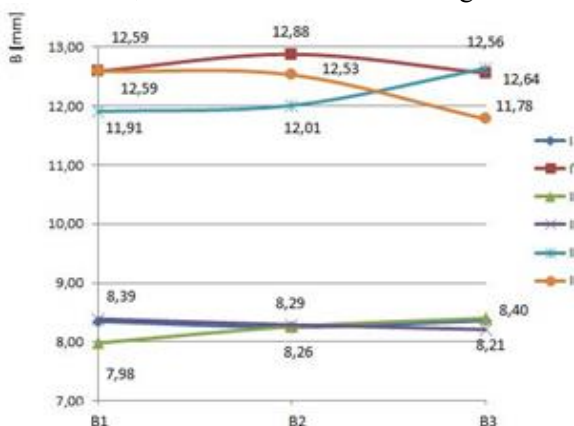


Figura 12. Variația B în funcție de primul grad de deformare al duzei.

Conform graficului din figura 12 după prima aplatisare, efectele deformării duzei asupra geometriei cordonului sunt mai semnificative în cazul

încărcărilor cu viteza de sudare de 25cm/min. În cazul cordonului depus cu poziționarea duzei perpendicular pe direcția de sudare, a fost obținută, pentru lățimea cordonului diferențe de aproximativ 1mm față de proba etalon.

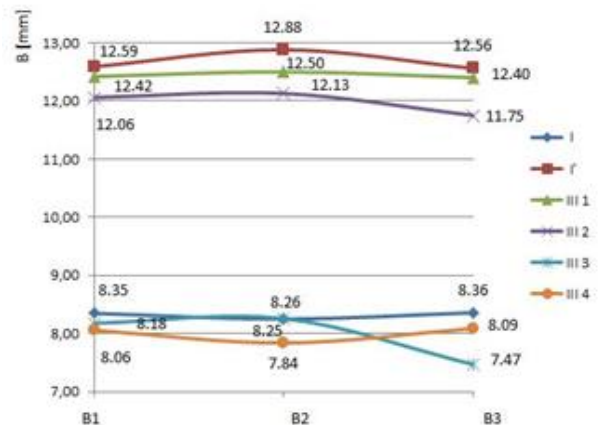


Figura 13. Variația B în funcție de al doilea grad de deformare al duzei.

După ce s-a aplicat a doua deformare asupra duzei de gaz, curgerea gazului de protecție a fost serios afectată, determinând astfel o ardere instabilă a arcului. Acest fapt a determinat formarea defectelor de suprafață cât și modificarea caracteristicilor geometrice ale cordoanelor depuse, efecte indicate și în figurile de mai jos.

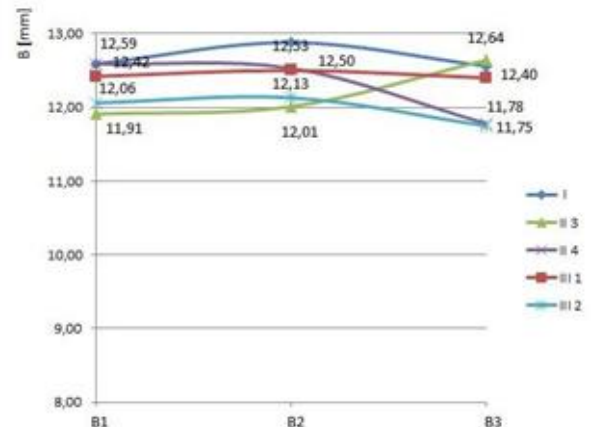


Figura 14. Variația lui B - încărcarea cu viteza de 25 cm/min.

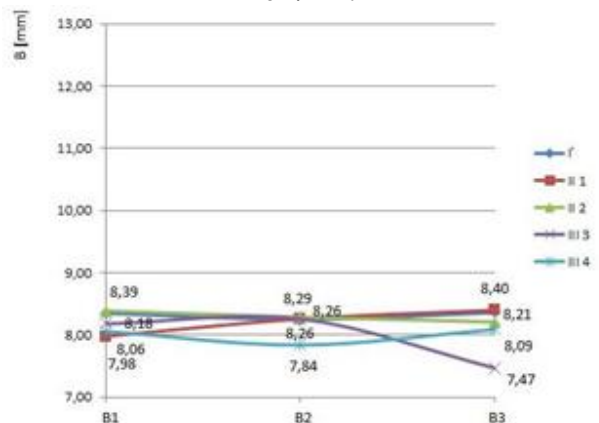


Figura 15. Variația lui B - încărcarea s-a făcut cu viteza de 45 cm/min.

Analizând figurile 14 și 15 se constată faptul că variația valorilor lățimii probelor, în comparație cu probele etalon, este mai semnificativă în cazul încărcării cu viteza minimă de 25cm/min.

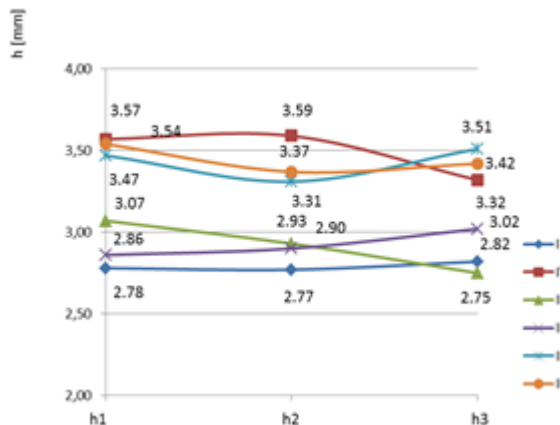


Figura 16. Variația h a probelor în funcție de primul grad de deformare al duzei.

Un aspect interesant este faptul că în cazul figurii 16, alura cordoanelor este ușor concavă, atunci când pentru cordoanele obținute prin utilizarea duzei deformate o singură dată. Pe de altă parte, din analiza figurii 17, cordoanele rezultate au o formă convexă, punctele cele mai înalte situându-se pe mijlocul cusăturii.

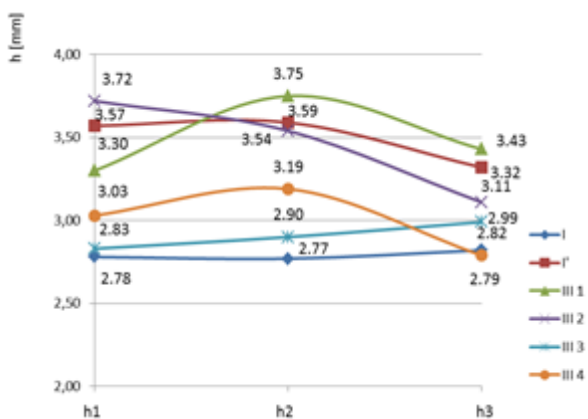


Figura 17. Variația h a probelor în funcție de al doilea grad de deformare al duzei.

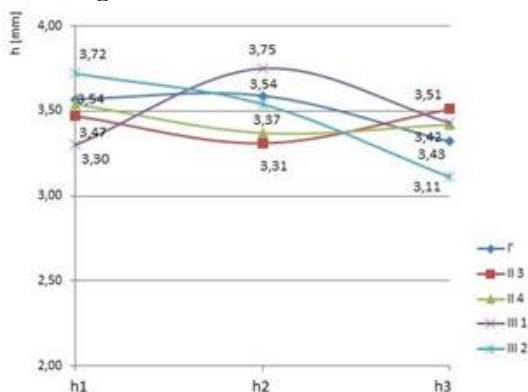


Figura 18. Variația h a probelor în funcție de viteza de sudare minimă.

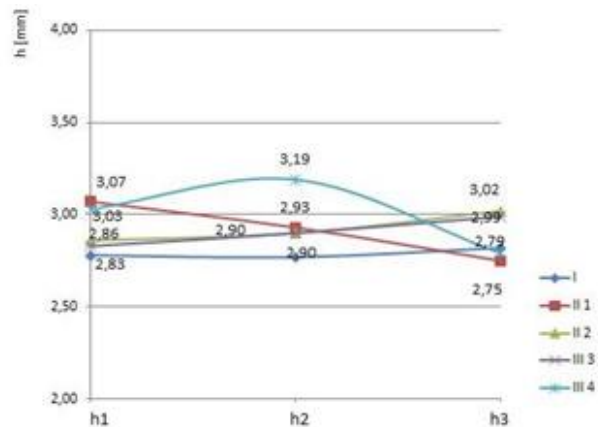


Figura 19. Variația h a probelor în funcție de viteza de sudare maximă.

Comparând figurile 16 și 17, se observă că mărirea gradului de deformare a duzei de gaz conduce la efecte deloc neglijabile asupra supraînălțării,

Din punct de vedere al supraînălțării în funcție de viteza de sudare, din figura 18 și figura 19 se poate observa că variațiile valorilor supraînălțării sunt mult mai mari în cazul încărcărilor cu viteza de 25cm/min, aprox. 1mm.

Referitor la aspectul cordoanelor obținute în ambele cazuri de aplatizare nu s-au remarcat diferențe notabile, prin comparație cu cu probele etalon. Din punct de vedere al stropilor, nivelul acestora a fost mult mai ridicat în cazul probelor II-1, II-2, II-3 și II-4, așa cum se poate vedea și din figura 20.



Figura 20. Imperfecțiuni observate în timpul experimentului

La analiza optico-vizuală a cordonului după s-a constatat că atât craterul de final cât și începutul cordonului, până în momentul stabilizării arcului electric, nu prezintă defecte de suprafață vizibile cu ochiul liber, fapt regăsit în figura 21.



Figura 21. Aspectul geometric al cordonului II-2

Un efect pus în evidență la analiza probelor după răcire, în cazul cordonului realizate cu o viteză de 25cm/min, fiind indicat în figura 22, a fost acela ca probele au prezentat pe partea opusă cordonului modificări de culoare a materialului de bază, efect remarcat și în cazul lățimilor probelor. În cadrul acestui efect au contribuit doi factori, în primul rând disiparea neuniformă a căldurii, datorită faptului că piesele au fost prinse într-un singur punct în dispozitivele de fixare, iar în al doilea rând datorită prezenței canalelor de fixare de pe dispozitive de fixare.



Figura 22. Ondulațiile simetrice ale câmpului de influență termică observate pe spatele probelor după operația de sudare.

6 CONCLUZII

Din cercetările efectuate se pot desprinde următoarele concluzii:

- Modul de orientare al duzei, paralelă cu axa cordonului sau perpendicular pe axă, are o influență semnificativă asupra lățimii cordonului în cazul gradului doi de deformare la viteza de sudare de 25cm/min (a se vedea figura 12 și 13).
- Pe partea de supraînălțare, valorile acesteia sunt influențate în mod negativ de orientarea duzei, cazul în care duza este perpendiculară pe axa cordonului fiind cel mai nefavorabil (vezi figura 16 și 17), diferența între proba III 4 și proba etalon fiind de aproximativ jumătate de milimetru.
- Din punctul de vedere al vitezei de sudare, influențele cele mai mari asupra lățimii cordonului sunt regăsite la încărcarea cu o viteză de 45cm/min (vezi figura 15), unde s-a înregistrat o diferență de aproximativ 1mm între proba III 4 depusă cu duza aflată la gradul 2 de deformare fiind poziționată perpendicular pe axa cordonului.
- Un aspect notabil a fost remarcat la a doua strângere a duzei când a rezultat arderea instabilă a arcului electric, explicată prin faptul că protecția gazoasă a fost perturbată de forma necorespunzătoare a duzei.
- Forma necorespunzătoare a duzei atât în primul grad de deformare, dar mai mult în

al doilea grad, are o influență negativă asupra caracteristicilor geometrice ale unei încărcări prin modificarea curgerii gazului de protecție. Această modificare are de asemenea o influență importantă asupra stabilității arcului electric, lucru de evitat deoarece stabilitatea arcului afectează în mod direct calitatea încărcărilor obținute.

7 BIBLIOGRAFIE

- [1] Standard SR EN 10025:2:2004
- [2] Catalog DUCTIL SAF-FRO
- [3] Mircea Burcă (2004), Sudarea MIG/MAG, Editura Sudura, Timișoara, ISBN 973-8359-22-8.
- [4] Caracteristicile duzei de gaz froniuz, disponibile la: <http://www.sudura.eu/magazin/sudarea-mig-mag/comsumabile-mig-mag/duze-de-gaz>. Accesat la data: 7.5.2017.
- [5], Gh. Zgură, G. Iacobescu, C. Rontescu, D.T. Cicio (2007), „Tehnologia sudării prin topire”, în: Editura Politehnica Press, București.
- [6] Fișa tehnică a robotului pentru sudare FANUC ARC Mate 100 iC/7L, disponibilă la: <http://www.fanuc.eu/ro/ro/robo%C5%A3i/pagin%C4%83-filtru-robo%C5%A3i/sudare-cu-arc-electric/arcmate-100ic-7l>. Accesat la data de 8.5.2017.

8 NOTAȚII

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

- B = lățimea cordonului [mm];
h = supraînălțarea cordonului [mm];
MAG= Metal Active Gaz;
BML= baia de metal