

# INFLUENȚA CURENȚILOR DE AER ASUPRA CUSĂTURII SUDATE

ICONARU NICOLAE-ADRIAN, TORECK VASILE-PETRE, VRÎNCEANU HORIA-ȘTEFAN

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

**REZUMAT:** În cadrul lucrării sunt prezentate efectele curenților de aer asupra elementelor geometrice, lățime (B) și supraînălțare (h), a depunerilor sudate realizate prin procedeul MAG robotizat. Sunt trasate graficele reprezentând variația elementelor geometrice analizate în funcție de treapta de putere a unor surse de ventilație cât și a poziționării ventilatoarelor.

**CUVINTE CHEIE:** cusatura sudată, factori perturbatori, curenți de aer, calitate

## 1 INTRODUCERE

Sudarea în mediul protector de gaz inert (MIG) sau activ (MAG) este un procedeu folosit pe scară largă în industrie datorită productivității mari și calității bune a cordoanelor obținute. Gazul de protecție utilizat la acest procedeu, protejează baia de metal lichid de interacțiunea cu mediul ambiant care ar conduce la obținerea unor neconformități în cusătura sudată, precum fisuri, pori etc. Din acest motiv este foarte important ca în timpul sudării atmosfera protectoră de gaz să fie menținută chiar și în condițiile de apariție a unor factori perturbatori.

Unul dintre factorii perturbatori ai mediului protector de gaz se datorează curenților de aer ce se formează datorită poziționării căile de acces existente sau a unor geamuri.

## 2 ECHIPAMENTE ȘI DISPOZITIVE UTILIZATE

Pentru punerea în evidență a eventualelor dependențe dintre lățimea (B), supraînălțarea (h), viteza de sudare și direcția curenților de aer, în cadrul experimentului au fost utilizate o serie de echipamente/dispozitive precum:

- Robotul de sudare MAG FANUC ArcMate 100iBe, prezentat în Figura 1;



**Figura 1. Robotul de sudare MAG FANUC ArcMate 100iBe.**

<sup>1</sup> Specializarea Ingineria Sudării Facultatea IMST;

E-mail: [toreck.j@gmail.com](mailto:toreck.j@gmail.com).

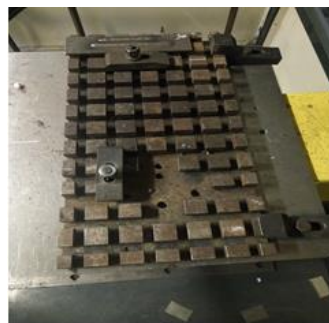
<sup>2</sup> Specializarea Ingineria Sudării, Facultatea IMST;

- Sursă de sudare FRONIUS, prezentată în Figura 2;



**Figura 2. Sursă de sudare FRONIUS.**

- Sistemul de rigidizare al probelor, prezentat în Figura 3;



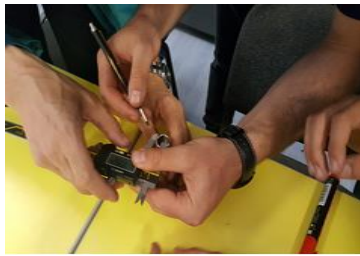
**Figura 3. Sistem de rigidizare.**

- Două ventilatoare cu puterea de 25 W, cu două trepte de putere, Figura 4;



**Figura 4. Ventilatoare.**

- Instrumentele de măsurare a geometriei cordonului, prezentate în Figura 5.



a) Șubler



b) Leră pentru măsurarea cordonului  
Figura 5. Instrumente de măsură.

### 3 DATE DE INTRARE

#### 3.1. Material de bază.

Materialul de bază utilizat în cadrul experimentelor a fost oțelul S235 JR, livrat sub formă de tablă, cu dimensiunile prevăzute în figura 6. Materialul de bază utilizat are compoziția chimică indicată în Tabelul 1 și caracteristicile mecanice indicate în tabelul 2.

**Tabel 1. Compoziție chimică**

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

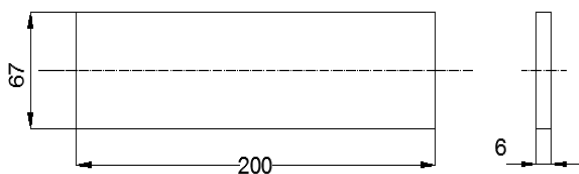


Figura 6. Dimensiunile placuțelor de oțel

**Tabel 2. Caracteristici mecanice**

Oțel	Limita de curgere [MPa] $s \leq 16$ [mm]	Limita de rupere [MPa] pentru $s = 3-100$ [mm]	Alungi re [%] pentru $s = 3-40$ [mm]
S235 JR	235	360-510	26

#### 3.2. Materialul de adaos

Materialul de adaos, sub formă de sârmă, a fost G3Si1, cu diametrul  $\varnothing 1.2$  mm, cu compoziția

chimică indicată în Tabelul 3, conform standardului EN ISO 14341-A. Gazul de protecție utilizat a fost Ar+18%CO<sub>2</sub>.

**Tabel 3. Compoziție chimică a MA**

Element chimic	C		Si		Mn		P	S
	Min.	Max.	Min	Max	Min.	Max.		
Valoare[%]	0.06	0.14	0.5	0.8	0.9	1.3	0.025	0.025

### 3.3 Parametrii regimului de sudare

Parametrii regimului de sudare sunt indicați în Tabelul 4

**Tabel 4. Parametrii regimului de sudare**

Tensiunea arcului electric, Ua	22 ± 1 [V]
Intensitatea curentului de sudare, Is	200 ± 5 [A]
Viteza de sudare, vs	25 [cm/min]
Debitul de gaz	20 [l/min]

## 4 DESCRIEREA EXPERIMENTULUI

### 4.1. Etapele succesive urmate pentru realizarea lucrării.

Realizarea probelor a presupus parcurgerea următoarelor etape:

- Curățarea mecanică și chimică a MB;
- Măsurarea probelor;
- Prinderea componentelor;
- Realizarea unui cordon etalon în care BML a fost împinsă (cordon realizat stânga – dreapta);
- Realizarea unui cordon etalon în care BML a fost trasă (cordon realizat dreapta - stânga);
- Realizarea probelor sudate, cu ventilatorul funcționând în treapta întâi de putere/treapta a doua de putere, poziționat în spatele AE
- Realizarea probelor sudate, cu ventilatorul funcționând în treapta întâi de putere/treapta a doua de putere, poziționat în fața AE ;
- Realizarea probelor sudate, cu ventilatorul funcționând în treapta întâi de putere/treapta a doua de putere, poziționat în lateralul AE ;
- Realizarea probelor, cu ventilatoarele funcționând în treapta întâi/ treapta a doua de putere, poziționate în spatele respectiv în lateralul AE.

O descriere pe larg a etapelor este indicată în Anexa 1.

### 4.2. Poziționarea ventilatoarelor.

Pentru a simula condițiile ce se pot crea într-o hală industrială ventilatoarele au fost dispuse în diferite poziții, indicate în figurile următoare

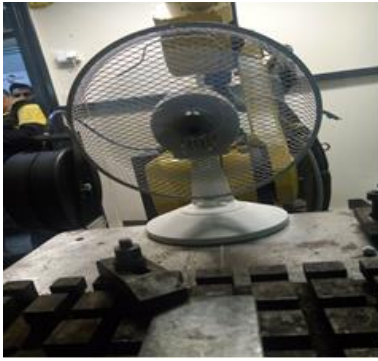


Figura 8. Un singur ventilator ce va împinge aerul pe aceeași direcție cu viteza de sudare.

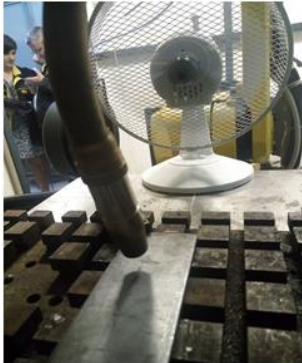


Figura 9. Un singur ventilator ce va împinge aerul pe o direcție contrară vitezei de sudare

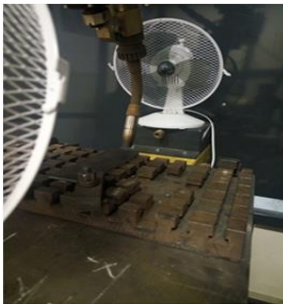


Figura 10. Un singur ventilator ce va împinge aerul pe o direcție perpendiculară cu viteza de sudare



Figura 11. Două ventilatoare ce funcționează simultan, unul ce va împinge aerul pe aceeași direcție cu viteza de sudare iar celălalt va împinge aerul pe o direcție perpendiculară cu viteza de sudare.

## 5. REZULTATE

### 5.1 Codificarea probelor

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

### 5.2 Interpretarea datelor experimentale

Rezultatele obținute în urma experimentului sunt

indicate în:

- Anexa 3 (Parametrii regimului de sudare);
- Anexa 4 (Lățimile cordoanelor măsurate, B);
- Anexa 5 (Supraînălțările măsurate pe cordoanele de încercare, h);
- Anexa 6 (Caracteristicile geometrice ale începutului de cordon cât și a craterului final).

Determinare valorilor B și h, s-a efectuat cu ajutorul șublerului și a lerei pentru sudură, pentru punctele de interes prezentate în Figura 14.



Figura 14. Punctele de interes ale probei I'.

În baza valorilor obținute prin măsurare, au fost trase o serie de grafice ce reprezintă variațiile elementelor urmărite, prezentate în figurile de mai jos.

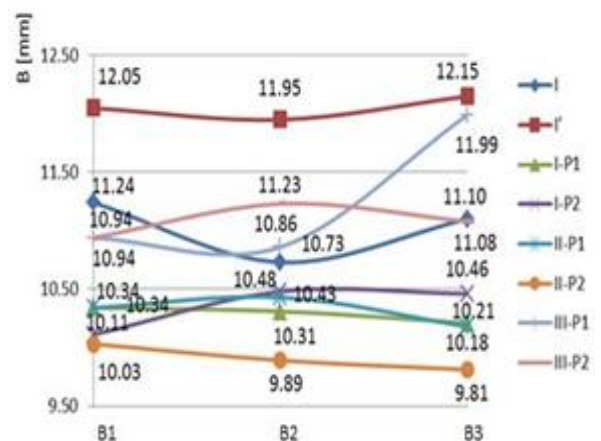


Figura 15. Variația celor trei puncte măsurate ale lui B, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu un singur ventilator



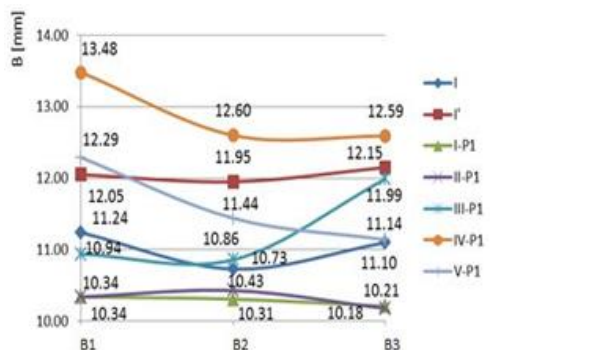


Figura 16. Variația celor trei puncte măsurate ale lui B, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu unu/două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere

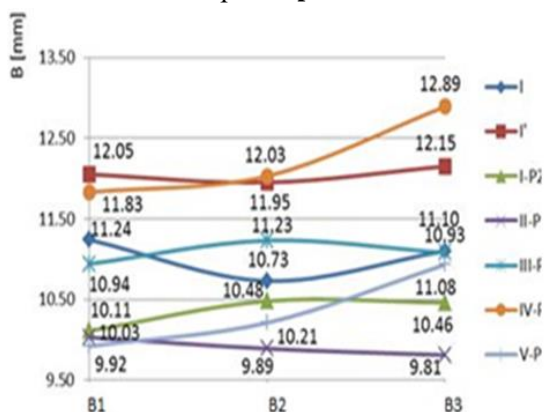


Figura 17. Variația celor trei puncte măsurate ale lui B, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu ventilatoare ce funcționează în a doua treaptă de putere.

Din analiza figurilor 15, 16 și 17 se poate remarca faptul că valoare maximă de 13,5 mm, a lățimii cordonului, B , a fost obținută în cazul probei IV-P1 (probă obținută prin perturbarea arcului electric de ambele ventilatoare funcționând în prima treaptă de putere), pe când la polul opus se remarcă probele V-P2 (probă obținută prin perturbarea arcului electric de ambele ventilatoare funcționând în a doua treaptă de putere) și II-P2 (probă obținută prin perturbarea arcului electric de ambele ventilatoare funcționând în a doua treaptă de putere) cu valori mai mici de 10 mm.

Variațiile parametrului supraînălțare sunt indicate în graficele următoare.

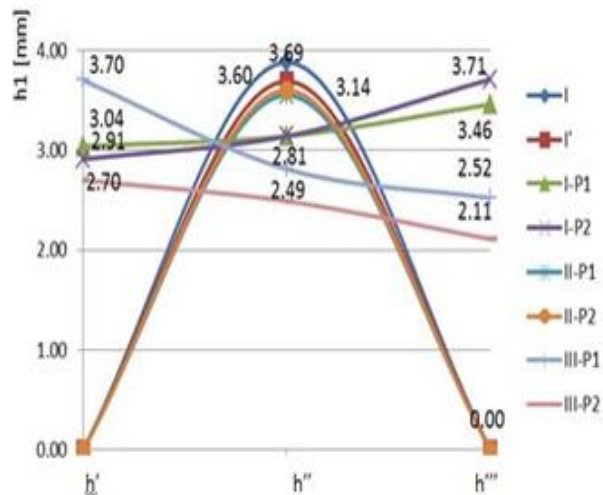


Figura 18. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h1, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu un singur ventilator

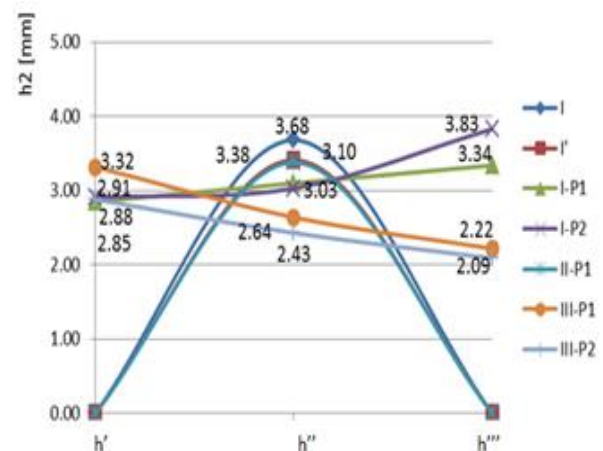


Figura 19. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h2, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu un singur ventilator

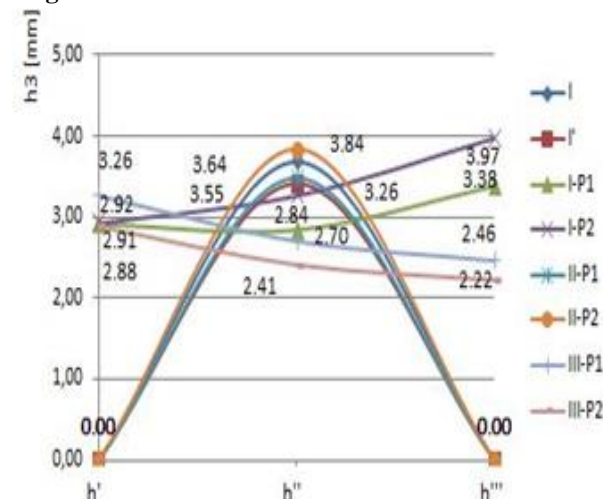


Figura 20. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h3, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu un singur ventilator.

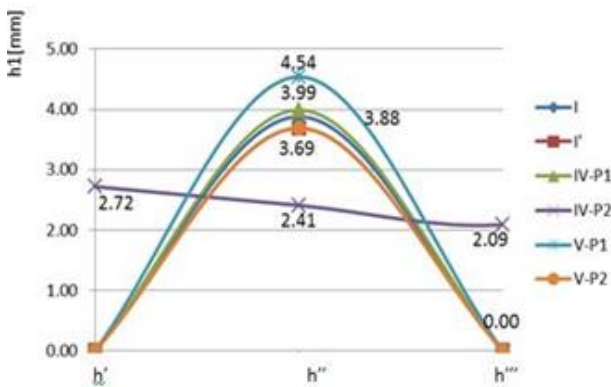
Valoarea minimă de aproximativ 2 mm a supraînălțării, h, s-a înregistrat la proba III-P2 (probă obținută prin perturbarea arcului electric cu un ventilator dispus lateral setat pe treapta a doua

de putere), fapt prin împingerea băii de metal lichid din lateral de către curenții de aer.

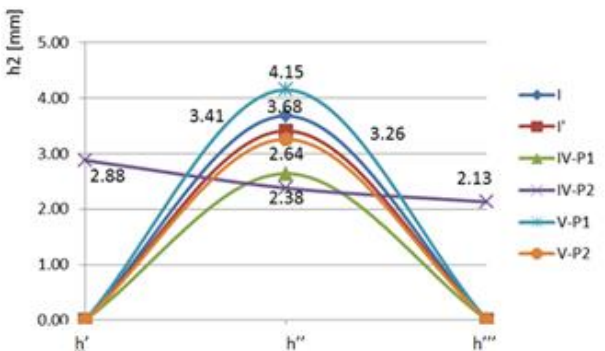


**Figura 21.** Aspectul cordonului depus ce a fost perturbat de un ventilator setat pe a doua treaptă de putere

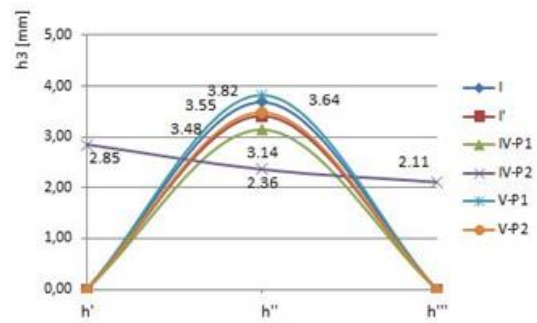
De asemenea, din cauza aceluiași factori prezentați în paragraful anterior, cordonul depus a căpătat un aspect neuniform, de formă concavă, așa cum este indicat și în Figura 21.



**Figura 22.** Variația celor trei puncte măsurate ale lui  $h_1$ , în cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare.



**Figura 23.** Variația celor trei puncte măsurate ale lui  $h_2$ , în cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare.

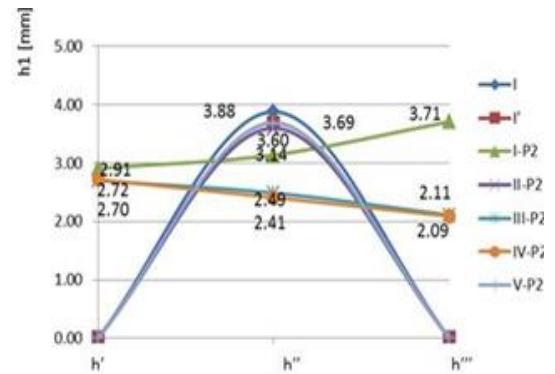


**Figura**

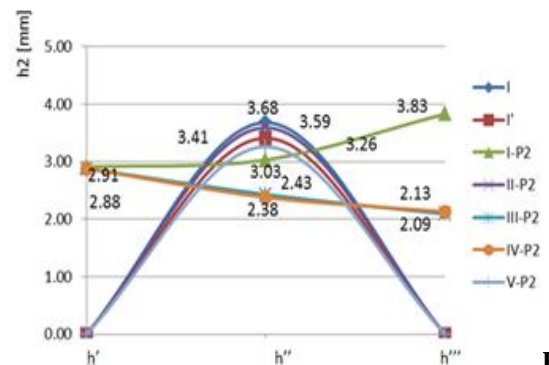
**24.** Variația celor trei puncte măsurate ale lui  $h_3$ , în cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare.

Din punctul de vedere al lui  $h$ , cea mai mare valoare s-a obținut în cadrul probei V-P1 (unde au existat doi factori perturbatori acționați la treapta întâi de putere), de aproximativ 4.5mm. Cu excepția probei IV-P2 (unde au existat doi factori perturbatori acționați în treapta a doua de putere), toate celelalte cordoane depuse au o formă concavă. Pe lângă aspectul diferit al cordonului se observă și o micșorare a supraînălțării (aproximativ 1 mm) față de celelalte probe din Figurile 22, 23 și 24.

Valoarea maximă a supraînălțării în toate cele trei grafice o deține proba V-P1 (influențată de doi factori perturbatori setați pe a doua treaptă de putere). Am presupus că aceasta se datorează diminuării acțiunii factorilor de perturbare prin influențarea reciprocă a curenților de aer ce suflă din direcții diferite, la puterea minimă a ventilatoarelor



**Figura 25 .** Variația celor trei puncte măsurate ale lui  $h_1$ , în cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.



**Figura**

**26.** Variația celor trei puncte măsurate ale lui  $h_2$ , în

cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.

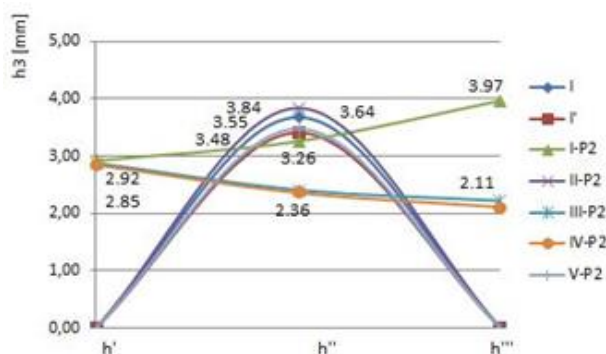


Figura 27. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h3, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.

Din analiza figurilor 25, 26 și 27 se poate afirma că, indiferent de numărul, poziția ventilatoarelor sau sensul de sudare, nu s-au constatat diferențe majore între valorile măsurate ale parametrului h.

Se mai poate observa faptul că I-P2; III-P2 (probe realizate prin perturbarea arcului electric cu un singur ventilator) și IV-P2 (probe realizate prin perturbarea arcului electric cu două ventilatoare), au aproximativ aceeași valoare a parametrului h'. Singura diferență între curbele probelor menționate mai sus este faptul că în punctul h''' valoarea lui h pentru I-P2 crește cu aproape 2 mm față de celelalte două probe.

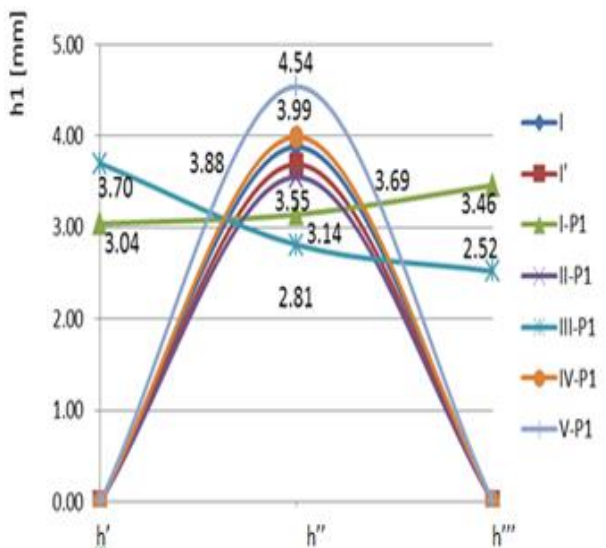


Figura 28. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h1, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu unu/două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.

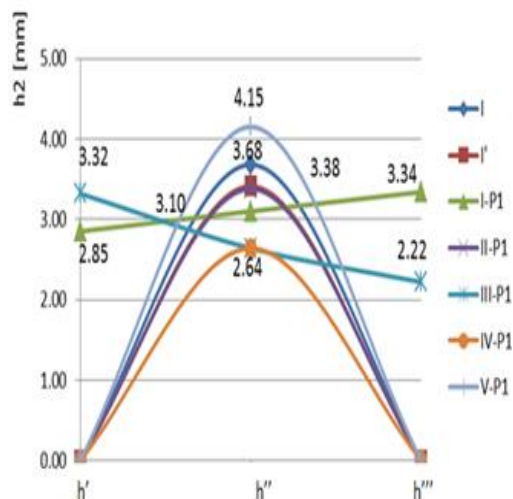


Figura 29. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h2, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu unu/două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.

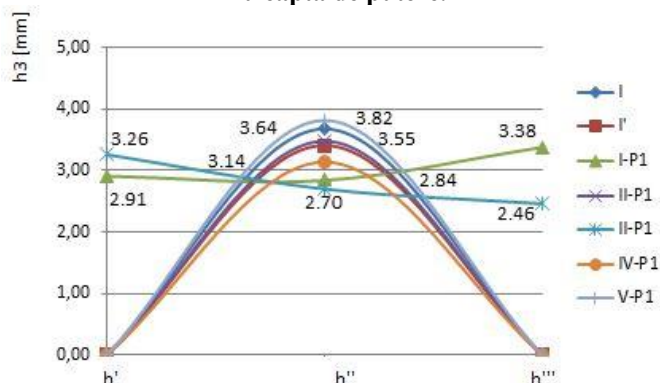


Figura 30. Variația celor trei puncte măsurate ale lui h3, în cazul perturbării atmosferei protectoare cu unu/două ventilatoare ce funcționează în prima treaptă de putere.

Cele mai mari valori ale supraînălțării în punctul h'' s-a regăsit în cazul probelor IV-P1 și I cu un maxim de peste 4.5 mm.



Figura 31. Geometria particulară a probei III-P2.

Un alt element pus în evidență este legat de cantitatea de stropi, figura 31 și figura 32.



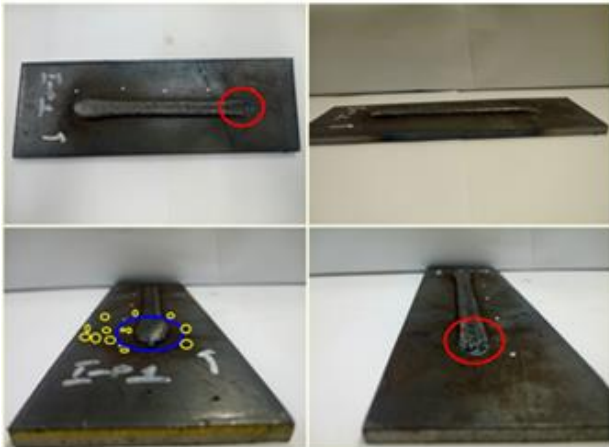


Figura 32. Geometria particulară a probei I-P1.

În urma analizei optico-vizuale, în craterului final au fost puși în evidență pori aliniați pe axa cordonului, neconformități puse pe seama perturbării protecției gazoase. Deasemenea, datorită presiunii exercitată de curenții de aer pe suprafața BML, aceasta fost aplatisată, conducând la obținerea unei forme concave a cordonului. Un fenomen interesant a fost obținut în cadrul probei IV-P1, unde au fost prezenți cei mai mulți pori, comparativ cu celelalte probe, cu toate că proba IV-P2 a fost obținută în condițiile cele mai severe.



Figura 33. Geometria particulară a probei IV-P1.



Figura 34. Geometria particulară a probei IV-P2.

În Figura 35, este reprezentată variația supraînălțării în zona craterului final.

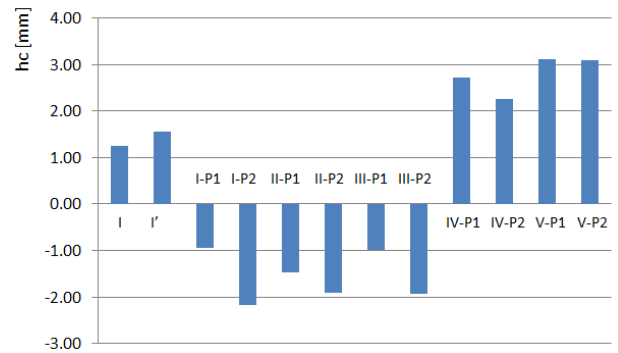


Figura 35. Variația supraînălțării craterului final în cazul celor douăsprezece probe efectuate.

În cazul probelor în care depunerea s-a realizat în același sens cu direcția de deplasare a curenților de aer, nu se mai poate discuta despre o înălțime a craterului final.

Chiar dacă curenții de aer nu s-au anulat în cadrul depunerii ultimelor patru cordoane, se poate observa totuși un efect benefic al acestora în cazul probelor IV-P1, IV-P2 și V-P1, V-P2 (Figura 35), unde se distinge o creștere a supraînălțării craterului de final (aproximativ de două ori mai mare decât a probelor etalon).

## 6, CONCLUZII

Analizând diagramele, figurile și graficele din capitolul 5 se pot extrage următoarele concluzii:

- În cazul probelor sudate, la care arcul electric a fost perturbat de funcționare a două ventilatoare, au apărut neconformități de tip pori;



Figura 36. Pori pe cordonul depus

- În cadrul probelor depuse, la care arcul electric a fost perturbat de funcționarea de un singur ventilator, materialul de bază a fost ars în zona craterului final;



Figura 37. Arderea materialului de bază.

- La depunerea probelor, la care arcul electric a fost perturbat de funcționarea a doi factori perturbatori, s-a constatat ca înaintea craterului final s-a format un număr mic de pori (2-3) pe mijlocul cordonului, fiind echidistante între ele;



**Figura 38. Pori aliniați înaintea craterului de final.**

- În cadrul probelor II și III, alura supraînălțării a căpătat o formă concavă datorită acțiunii factorului perturbator pe mijlocul băii de metal lichid, formându-se astfel pe centrul cordonului o inflexiune;



**Figura 39. Forma concavă a probelor.**

- Prin analiza celor 12 probe rezultate în urma experimentelor, a rezultat că există trei tipuri de aspecte, prezentate în figura 40 :



**a) Aspectul cordonului etalon.**



**b) Aspectul cordonului depus sub influența unui singur ventilator.**



**c) Aspectul cordonului depus sub influența celor două ventilatoare funcționând în treapta întâi de putere.**

**Figura 40. Diferite aspecte ale cordonului.**

- Comparativ cu probele etalon, începutul cordonului la probele I-III (unde s-a utilizat un singur ventilator) cordonul are o formă mult mai lată. Pe de altă parte probele IV și V au aspectul asemănător probei etalon;



**a) Începutul de cordon la proba III-P1.**



**b) Începutul de cordon la proba IV-P2.**

**Figura 41. Începutul de cordon în cadrul probelor III și IV.**

- supraînălțarea cordoanelor a fost influențată de curenții de aer generați de funcționarea ventilatoarelor, fapt regăsit și în cazul lățimii cordonului

## 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] Gh. Zgură, G. Iacobescu, C. Rontescu, D.T. Ciciu (2007), „Tehnologia sudării prin topire”, în: Editura Politehnica Press, București.
- [5] 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 08.05.2017.

## 8 NOTAȚII

MB-material de bază  
 MA-material de adaos;  
 BML-baia de metal lichid;  
 AE-arcul electric;