

POSSIBILITĂȚI DE AMBALARE ALE MATERIALELOR DE ADAOS UTILIZATE LA SUDAREA PRIN TOPIRE

NEACȘU Angela-Miruna, BORCAN Maria-Alexandra, COSTEA Lidia-Andreea

Facultatea: IMST, Specializarea: IEI, Anul de studii: I, e-mail: angel.miruna@yahoo.com;

Facultatea: IMST, Specializarea: IEI, Anul de studii: I,

Facultatea: IMST, Specializarea: IS, Anul de studii: II.

Conducători științifici: Conf. dr. ing. Dumitru-Titi CICIC, Conf. dr. ing. Corneliu RONTESCU

REZUMAT: Calitatea materialelor de adaos influențează în mod semnificativ calitatea cordoanelor depuse prin sudură. Lucrarea prezintă principalele tipuri de materiale de adaos utilizate la sudarea prin topire precum și posibilitățile de ambalare a acestora în vederea depozitării și transportului.

Pentru punerea în evidență a efectelor depozitării necorespunzătoare a materialelor de adaos asupra calității cordoanelor depuse prin sudare au fost realizate 8 probe cu ajutorul procedurii Metal Activ Gaz (MAG), prin depunerea de cordoane după cum urmează: 4 probe cu o sârmă depozitată necorespunzător și 4 probe cu același tip de sârmă, dar care a fost depozitată conform recomandărilor producătorilor.

Din cercetările teoretice și experimentale s-a putut trage concluzia că modul de depozitare al sârmei influențează în mod semnificativ calitatea depunerilor sudate, putându-se ajunge chiar la respingerea produsului.

CUVINTE CHEIE: sudarea, materiale de adaos, cordon de sudură, defecte de formă, pori.

1. Introducere

Definiție: Sudarea este un procedeu tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două sau mai multe piese realizată prin încălzire sau prin utilizarea presiunii, cu sau fără material de adaos, materialul ajungând să fie în stare lichidă sau plastică, astfel încât să existe o continuitate în natura pieselor sudate.

În funcție de energia utilizată, termică sau mecanică, procedeele de sudare se împart în procedee de sudare prin topire și procedee de sudare prin presiune.

O clasificare generală a procedeelelor de sudare prin topire, uzuale, este prezentată în figura 1, iar în figura 2 se prezintă o clasificare generală a procedeelelor de sudare prin presiune

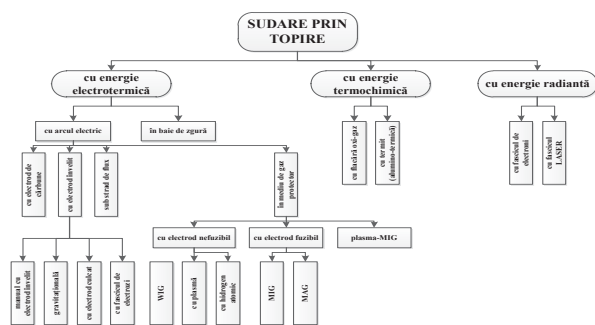


Figura 1. Clasificarea procedeelelor de sudare prin topire [1]

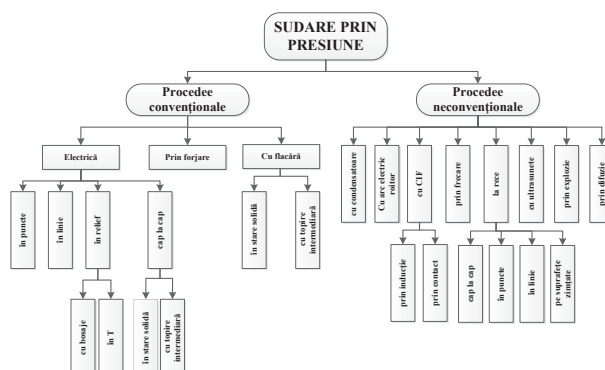


Figura 2. Clasificarea procedeelelor de sudare prin presiune [1]

Ținând cont de faptul că ponderea procedeelor de sudare prin topire în activitățile industriale este mai mare decât ponderea procedeelor de sudare prin presiune, în cadrul lucrării au fost analizate tipurile de materiale de adaos și auxiliare pentru prima categorie.

2. Tipuri de material de adaos și auxiliare utilizate la sudarea prin topire

Pentru formarea cordonului de sudură la sudarea prin topire se utilizează de regulă un metal introdus din afara îmbinării, care poartă denumirea de metal de adaos. Metalul de adaos se prezintă sub formă de: vergele metalice, sârme, granule sau pulberi metalice etc.

O corelație între procedeele de sudare și tipurile de materiale de adaos este indicată în figura 3.

3. Ambalarea materialelor de adaos

3.1. Posibilități de ambalare

3.1.1. Electrozi

Electrozii pentru sudarea manuală cu arcul electric se prezintă sub forma unor vergele metalice, la unul dintre capetele electrodului nu este acoperit cu înveliș pe o lungime de 20...30 mm, pentru prindere în portelectrod. Electrozii sunt folosiți în procedeul de sudare SMEI și sunt livrați în următoarele tipuri de ambalaj:

- Cutie de carton (figura 4)
- Cutie de metal (figura 5)

Electrozii nefuzibili se realizează din wolfram sau wolfram aliat cu diverși oxizi, având în vedere caracteristicile acestora (capacitatea de emisie termoelectronică înaltă și temperatură de topire mare). Electrozii nefuzibili sunt livrați în cutie din plastic și sunt prezentați în figura 6.

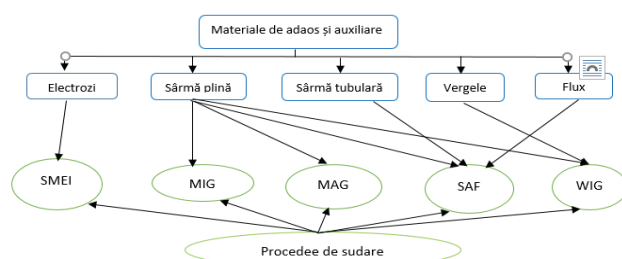


Figura 3. Dependența dintre procedeele de sudare și materialele de adaos



Figura 4. Mod de ambalare electrozi în cutii de carton



a) Vedere frontală
Figura 5. Mod ambalare electrozi în cutii metalice



a) Vedere laterală



Figura 6. Posibilitatea de ambalare a electrozilor nefuzibili

3.1.2. Sârme

Sârmele pentru sudare se folosesc pentru sudarea în medii de gaze de protecție, pentru sudarea sub flux, în baie de zgură. Caracteristicile sârmelor utilizate la procedeul de sudare depind de metalul de bază supus sudării, de procedeul de sudare și de mediul de protecție.

Sârmele sunt folosite la procedeele de sudare MIG/MAG, SAF, ST. Modalitățile de ambalare a sârmelor pentru sudare sunt prezentate în figura 7 a și figura 7 b.

3.1.3 Vergele metalice

Procedeul de sudare la care sunt folosite vergelele este procedeul WIG(TIG) și sunt livrate în cutii de carton, figura 8.



a) Pe rola



b) in butoi



Figura 8. Mod de ambalare a vergelelor de WIG în cutii de carton

Figura 7. Mod de ambalare a sârmelor pentru procedeele MIG/MAG/ST/SAF

3.1.4 Fluxuri

Fluxurile sunt materiale sub formă de pulbere sau granule care se depun în lungul sudurii și sub care se formează și se menține arcul electric. Fluxurile sunt utilizate la procedeul de sudare SAF și sunt ambalate în saci cu diverse greutateți, figura 9.



Figura 9. Saci de flux [2]

4. Influența stocării necorespunzătoare a unei sârme tubulare asupra calității cusăturii sudate

4.1 Materialul de bază

Ținând cont de faptul că în cadrul lucrării s-a urmărit dependența dintre ambalarea/depozitarea necorespunzătoare și calitatea cordonului, s-a ales ca material de bază un oțel de tipul S235JR. O serie de caracteristici pentru marca de oțel S235 JR, sunt indicate în tabelul:

Tabel 1. Caracteristici oțelul S235JR [3]

| Compoziția chimică | | | | | Caracteristici mecanice | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|------------------------------|--------------------|
| C [%] | Si [%] | Mn [%] | P [%] | S [%] | Limita de curgere Rp0.2 [Mpa] | Limita de rupere Rm [Mpa] | Alungirea A [%] |
| ≤0.17 | ≤0.35 | ≤0.65 | ≤0.030 | ≤0.030 | ≥ 225 | 360...510 | ≥ 18 |

Depunerile au fost realizate pe plăci cu dimensiunile de: 200 mm x 50 mm x 5mm.

4.2 Materialul de adaos

Ca și material de adaos s-a folosit o sârmă tubulară de tip T462PC1M5 cu diametrul $\varnothing 1.2\text{mm}$, a cărei compoziție chimică este prezentată în tabelul 2.

Tabel 2. Compoziția chimică a sârmei de tip T462PC1M5 [4]

| Material depus | | | | |
|---------------------------|-------|--------|--------|-------|
| Valoarea elementului, [X] | | | | |
| P[%] | Mn[%] | C[%] | S[%] | Si[%] |
| 0.012% | 1.33% | 0.059% | 0.009% | 0.63% |

4.3 Parametrii regimului de depunere

În cadrul experimentelor s-au utilizat următoarele valori ale parametrilor de depunere:

Pentru probele 1, 1' : $V_s = 35\text{cm/min}$, $I_s = 160\text{ A}$, $U_a = 20,2\text{ V}$, $V_a = 4,5\text{ m/min}$

Pentru probele 2, 2' : $V_s = 75\text{cm/min}$, $I_s = 160\text{ A}$, $U_a = 20,3\text{ V}$, $V_a = 4,5\text{ m/min}$

Pentru probele 3, 3' : $V_s = 35\text{cm/min}$, $I_s = 280\text{ A}$, $U_a = 30-32,3\text{ V}$, $V_a = 9,8\text{ m/min}$

Pentru probele 4, 4' : $V_s = 75\text{cm/min}$, $I_s = 280\text{ A}$, $U_a = 30-32,4\text{ V}$, $V_a = 9,8\text{ m/min}$

4.4 Echipamente, dispozitive și instrumente de măsură utilizate

Pentru punerea în evidență a eventualelor efecte de depozitare necorespunzătoare, în programul experimental s-au utilizat:



Figura 10. Sursa



Figura 11. Pistolet



Figura 12. Tractoraș



Figura 13. Șubler electronic

- Sursă de sudare (LORCH) figura 10; pistol, figura 11; tractoraș ESAB, figura 12; șubler electronic, figura 13.

4.5 Rezultate

4.5.1 Imagini probe

În urma desfășurării programului experimental au rezultat probele prezentate în figurile 14 și 15.

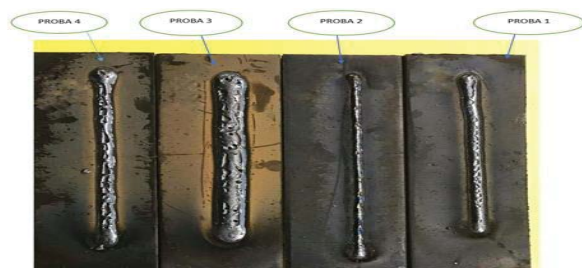


Figura 14. Probele în care s-a utilizat sârmă oxidată

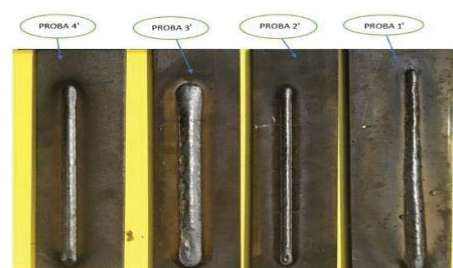


Figura 15. Probele în care s-a utilizat sârmă depozitată corespunzător

4.5.2 Control dimensional

În urma măsurării elementelor geometrice a depunerilor: lungimea (L_c), lățimea depunerii (B) și supraînălțarea (h) s-a obținut:

Pentru :

- Proba 1 : $L_c = 144,35\text{m}$, $B = 7,70\text{mm}$, $h = 2,38\text{mm}$;

- Proba 2 : $L_c = 167,14\text{mm}$, $B = 4,45\text{mm}$, $h = 1,70\text{mm}$;
- Proba 3 : $L_c = 153,05\text{mm}$, $B = 13,98\text{mm}$, $h = 3,83\text{mm}$;
- Proba 4 : $L_c = 159,06\text{mm}$, $B = 6,92\text{mm}$, $h = 2,47\text{mm}$.

Datorită faptului că în cadrul lucrării s-a urmărit efectul utilizării unei sârme necorespunzătoare se face observația că nu s-au efectuat măsurători ale elementelor geometrice pentru probele 1', 2', 3' și 4'.

4.5.3 Analiza optică vizuală a probelor

4.5.3.1 Procedura de măsurare a porilor și defectelor de formă

Pentru punerea în evidență a dimensiunilor porilor și defectelor de formă s-au parcurs următoarele etape:

- Pregătire probe: Suprafețele de interes au fost curățate de eventuale impurități;
- Pregătire plastilină, figura 16;
- Aplicare plastilină pe suprafața cordonului de sudură, figura 17;
- Extragerea plastilinei, figura 18;
- Măsurarea dimensiunilor neconformităților, figura 19.



Figura 16. Pregătire plastilină



Figura 17. Aplicare plastilină



Figura 18. Extragerea plastilinei



Figura 19. Măsurarea dimensiunilor neconformităților

Plastilina a fost modelată sub forma unui paralelipiped cu dimensiunile: lungimea 170 mm, lățimea 30 mm și înălțimea de 16 mm. După aplicarea plastilinei pe suprafețele cordonelor de sudură s-a constatat faptul că din cauza unor dimensiuni foarte mici a unor neconformități, varianta de modelare a plastilinei sub formă de paralelipiped nu oferea informații complete, fapt pentru care s-a luat decizia modelării, pentru anumite zone, plastilinei sub formă de sferă cu diametrul de 16 mm.

4.5.3.2 Caracterizarea dimensională a imperfecțiunilor obținute în probe

În urma examinării optico vizuale, pe suprafețele depunerilor au fost observate o serie de imperfecțiuni, ce pot fi definite ca:

- Discontinuitate în sudură sau o abatere de la forma geometrică prevăzută;
- Abaterea de la forma, dimensiunea, aspectul, continuitatea, structura etc., prescrise pentru sudură sau îmbinarea respectivă în documentația tehnică a produsului sau în standard;[5]

Limitele de acceptare a imperfecțiunilor, pentru sudarea prin topire, sunt indicate de SR EN ISO 5817 Sudare – Îmbinări sudate prin topire din oțel, nichel, titan și aliajele lor (exclusiv sudare cu fascicul de electroni) – niveluri de calitate pentru imperfecțiuni. Pentru tipurile de imperfecțiuni identificate pe probele obținute, pentru nivelul B, valorile de acceptare sunt indicate în tabelul 3.

Tabel 3. Valori de acceptare a neconformităților

| Nr. | Referință ISO 6520-1 | Denumirea imperfecțiunii | Observații | t mm | Limitele imperfecțiunilor pentru niveluri de calitate |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|---|----------|---|
| | | | | | B |
| 1. Imperfecțiuni de suprafață | | | | | |
| 1.3 | 2017 | Por de suprafață | Dimensiune maximă a unui singur por pentru: - sudură cap la cap; - sudură în colt | 0,5 la 3 | Nu se admite |

| | | | | | |
|------|-----|-------|---|-------|---|
| | | | Dimensiune maximă a unui singur por pentru :- sudură cap la cap; - sudură în colț | > 3 | Nu se admite |
| 1.23 | 602 | Strop | - | ≥ 0,5 | Se admite în funcție de aplicație, de ex.. de material, de protecție anticorozivă |

În urma măsurătorilor diametrelor porilor au rezultat valorile indicate în tabelul 4.

Tabel 4. Diametre pori (valorile sunt in mm.)

| C.N. | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 | G11 | G12 | G13 | G14 | G15 | G16 | G17 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P1 | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' |
| P2 | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' | ' |
| P3 | 1,91 | 1,09 | 1,02 | 1,75 | 1,21 | 1,89 | 1,60 | 2,46 | 1,97 | 1,25 | 1,49 | 1,67 | 1,73 | - | - | - | - |
| P4 | 0,70 | 1,01 | 0,62 | 1,12 | 1,55 | 1,26 | 1,10 | 1,41 | 0,98 | 0,61 | 1,53 | 0,89 | 1,56 | 0,94 | 1,02 | 0,68 | 1,60 |

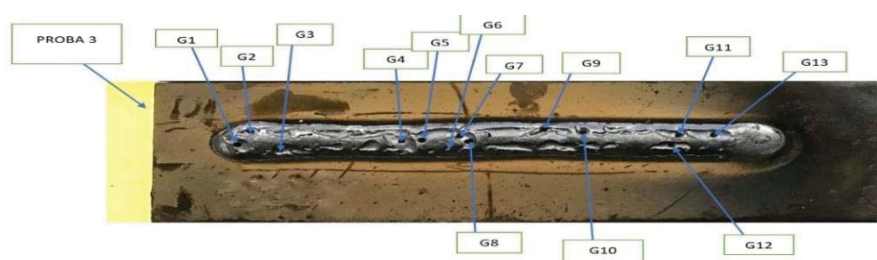


Figura 20. Localizare neconformități proba 3

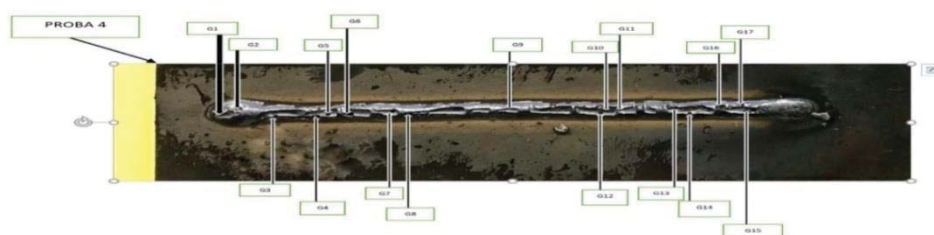


Figura 21. Localizare neconformități proba 4

Respectând procedura de la punctul 4.5.3, s-au obținut următoarele lungimi și lățimi ale defectelor de formă indicate în tabelul 5:

Tabelul 5. Lungimi și lățimi ale defectelor de formă

| C.N | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | I (mm) | L (mm) | I (mm) | L (mm) | I (mm) | L (mm) | I (mm) | L (mm) |
| D1 | 3,33 | 16,76 | 1,49 | 7,77 | 4,38 | 4,76 | 3,38 | 5,25 |
| D2 | 2,90 | 3,33 | 1,75 | 3,59 | 5,83 | 4,09 | 1,84 | 2,76 |
| D3 | 3,18 | 5,10 | 1,29 | 4,72 | 2,93 | 6,43 | 3,72 | 2,20 |
| D4 | 1,93 | 3,48 | 1,34 | 3,82 | 3,72 | 7,78 | 3,56 | 10,61 |
| D5 | 2,20 | 4,65 | 1,38 | 4,28 | 2,42 | 6,17 | 3,55 | 7,88 |
| D6 | 2,72 | 4,67 | 1,28 | 4,60 | 4,43 | 24,45 | 3,25 | 8,56 |
| D7 | 2,46 | 2,69 | - | - | 4,19 | 6,31 | 2,26 | 7,08 |
| D8 | 1,95 | 4,15 | - | - | 7,80 | 6,97 | 2,84 | 10,97 |
| D9 | 2,14 | 4,53 | - | - | 4,51 | 15,71 | 1,61 | 5,54 |
| D10 | 2,63 | 6,64 | - | - | 4,20 | 15,05 | 1,95 | 6,85 |
| D11 | 2,18 | 3,62 | - | - | 3,30 | 11,46 | 3,18 | 11,07 |
| D12 | 3,10 | 5,98 | - | - | 3,71 | 4,65 | 3,43 | 16,19 |
| D13 | 2,69 | 4,52 | - | - | 1,48 | 3,28 | 3,30 | 4,08 |
| D14 | 2,33 | 3,66 | - | - | 2,62 | 10,78 | 4,21 | 13,87 |
| D15 | 1,88 | 3,36 | - | - | 3,45 | 7,27 | 2,01 | 9,72 |
| D16 | 3,02 | 3,84 | - | - | 4,5 | 12,74 | - | - |
| D17 | 2,42 | 4,42 | - | - | - | - | - | - |
| D18 | 2,31 | 2,55 | - | - | - | - | - | - |
| D19 | 1,89 | 3,52 | - | - | - | - | - | - |

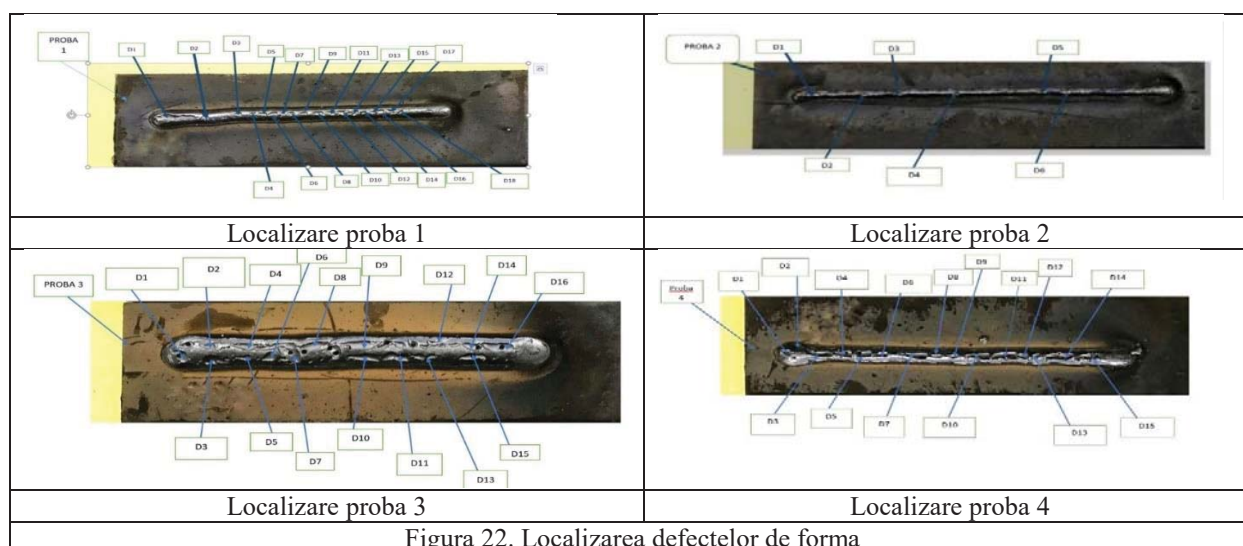


Figura 22. Localizarea defectelor de forma

5. Concluzii

În urma studiului efectuat, se pot trage următoarele concluzii:

- Există o corelație între natura materialelor de adaos și tipul de ambalaj;

- Pentru același tip de materiale de adaos se pot utiliza modalități diferite de ambalare;
- Modul de depozitare al materialelor de adaos influențează procesul de sudură prin topire și implicit calitatea cordonului de sudură obținut;
- Analizând probele 1 și 3, se constată faptul că ambele au aceeași viteză de sudare și se utilizează același tip de sârmă oxidată, însă odată cu creșterea celorlalți parametri de sudare se observă apariția porilor și creșterea numărului de defecte de formă. De asemenea, aceeași concluzie a fost trasă și în urma analizei probei 2 cu proba 4;
- În urma celor două analize s-a constatat faptul că numărul defectelor de formă și numărul porilor depinde și de viteza de sudare utilizată. În cadrul probelor 1 și 3 s-a utilizat o viteză de sudare de 35 cm/min, iar în cadrul probelor 2 și 4 o viteză de sudare de 75 cm/min astfel că în urma utilizării unei viteze mai mici numărul de defecte și numărul de pori este mai mare decât în cazul utilizării unei viteze mai mari.

6. Bibliografie

[1] Suport curs disciplina Procedee de Sudare

[2] *** <https://www.saf-fro.com/ro/461>

[3] *** <http://www.sellsteels.com/steel-plate/S235JR.html> accesată la data de 06.05.2019

[4] *** <https://www.esab.it/it/en/products/filler-metals/gas-shielded-flux-cored-wires-fcaw/mild-steel-wires/ok-tubrod-15-13.cfm> accesată la data de 06.05.2019

[5] “Procedee de sudare și conexe sudării. Termeni și definiții. Reprezentări și simbolizări grafice. Numerele de referință și standardele utilizate în procesele de sudare și conexe sudării”, Editura Bren, Recunoscută CNC SIS, cod 96, ISBN 978-606-610-226-1

7. Notații

Urmatoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

V_s = viteză de sudare

I_s = intensitatea curentului de sudare

U_a = tensiune curentului de sudare

V_a = viteza de avans

SMEI= sudarea manuală cu electrod învelit

MIG= sudarea cu electrod fuzibil în mediu de gaz inert

MAG= sudarea cu electrod fuzibil în mediu de gaz activ

SAF= sudarea sub strat de flux

WIG= sudarea cu electrod nefuzibil de wolfram în mediu de gaz inert

ST= sudarea cu sârmă tubulară

L_c = lungimea depunerii

B = lățimea depunerii

h = supraînălțarea depunerii

C.N.= cod neconformități

P1=proba 1

P2=proba 2

P3=proba 3

P4=proba 4

L =lungime

l =lățime