

CERCETĂRI PRIVIND PREGĂTIREA ELECTRODULUI DE WOLFRAM ȘI FORMA ARCULUI ELECTRIC LA SUDAREA WIG

SĂVULESCU Valentin¹

Conducători științifici: Ș.l. Dr. Ing. **Dumitru Titi CICIC**, Ș.l. Dr. Ing. **Corneliu RONTESCU**

REZUMAT: Lucrarea de față își propune stabilirea unor dependențe dintre forma arcului și modul de pregătire al electrodului de wolfram utilizat în cadrul procedurii WIG. În cadrul lucrării sunt prezentate rezultatele obținute la prelucrarea vârfului diverselor tipuri de electri de wolfram la 30°, 60° și 90°.

CUVINTE CHEIE: formă arc electric, pregătire electrod, sudare WIG.

1 INTRODUCERE

Procedul de sudare WIG este un procedeu de sudare modern, ce folosește un electrod nefuzibil de wolfram pe lângă care se insuflă un gaz inert în spațiul de formare a arcului electric.

Sudarea WIG se efectuează cu sau fără material de adaos introdus sub formă de sârmă, în curent continuu sau alternativ, sursa de sudare având caracteristică externă căzătoare. Procedul poate fi aplicat în varianta manuală, semimecanizată, mecanizată sau automatizată.

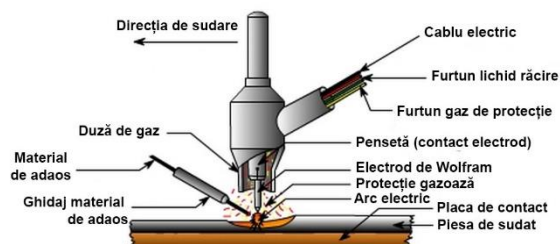


Fig. 1 - Principiul procedurii WIG

Datorită multiplelor avantaje, procedul de sudare WIG este foarte răspândit, având foarte multe variante și aplicații.

Printre avantajele cele mai importante se numără:

- Grad înalt de universalitate;
- Posibilitatea îmbinării materialelor metalice diferite cu grosimi de la 0,01mm;
- Calitate excelentă – protecție bună a băii de metal topit, lipsă zgură sau stropi;
- Control excelent al modului de formare a rădăcinii și al materialului de adaos.
- Permite ca sursa de căldură (arcul electric) și materialul de adaos să fie controlate diferit;

¹ Specializarea Ingineria și Managementul Proceselor de Sudură și Control Facultatea IMST;

E-mail: savulescuvale@gmail.com;

1.1 Parametrii uzuali ai sudării WIG

Parametrii uzuali ai procesului sunt prezentați în tabelul următor.

Denumirea parametrului	Unitatea de măsură	Domeniul de valori
Diametrul electrodului nefuzibil	[mm]	0,5 – 8,0
Curentul de sudare	[A]	10 – 300
Tensiunea arcului electric	[V]	10 – 30
Debitul de gaz inert	[l/min]	5 – 15
Viteza de sudare	[cm/min]	10 – 30
Diametrul materialului de adaos	[mm]	2 – 5
Rata depunerii	[kg/h]	1,8 – 5,4

1.2 Domeniile consacrate de aplicare

Domeniile consacrate de aplicare sunt:

- Sudarea oțelurilor aliate și înalt aliate, a cuprului, aluminiului și a metalelor reactive;
- Sudarea tablelor subțiri (sub 15 mm);
- Sudarea straturilor de rădăcină la sudarea în mai multe straturi;

1.3 Materialele folosite pentru sudarea WIG

Materialele folosite la sudarea WIG sunt:

- Gaze de protecție;
- Materiale de adaos;
- Electrozi nefuzibili.

1.3.1 Gaze de protecție

Gazele utilizate la sudarea WIG sunt gaze inerte, pentru a oferi o protecție sporită băii de metal topit. Din această gama fac parte gaze ca Ar și He.

1.3.2 Materialele de adaos

Materialele de adaos folosite au în general o compoziție chimică apropiată de materialul de bază, dar se pot alege și materiale cu adaosuri de elemente pentru alierea îmbinării sudate.

1.3.3 Electrozi nefuzibili

Conform SR EN ISO 6848:2011 electrodul de wolfram este: o vergea neacoperită din wolfram, cu sau fără adaosuri de oxizi, conducătoare de curent electric și servind ca anod sau catod pentru arc electric.

Wolframul este preferat în principal datorită temperaturii mari de topire, dar și datorită capacității de emisie electronică ridicată.

Diametrul electrozilor nefuzibili este standardizat (cu valori uzuale 0,5 – 6,3) iar lungimea este între 50 – 175 mm.

Tabel 1 - Tipuri și caracteristici ale electrozilor nefuzibili de wolfram conf. SR EN ISO 6848

COD	Compoziție chimică				Culoare marcaj	Observații
	Adaos de oxid		Impurități [%]	Wolfram [%]		
	El.	[%]				
WP	-	-	≤ 0,20	99,8	verde	<ul style="list-style-type: none"> Se folosesc în special pentru sudarea în curent alternativ Stabilitate bună a arcului electric;
WT 4	ThO ₂	0,35-0,55	≤ 0,20	rest	albastru	<ul style="list-style-type: none"> Odată cu creșterea cantității de ThO₂ se îmbunătățesc caracteristicile de amorsare, stabilitatea, durata de viață și curentul maxim suportat; Sunt radioactivi.
WT 10	ThO ₂	0,80-1,20	≤ 0,20	rest	galben	
WT 20	ThO ₂	1,70-2,20	≤ 0,20	rest	roșu	
WT 30	ThO ₂	2,80-3,20	≤ 0,20	rest	violet	
WT 40	ThO ₂	3,80-4,20	≤ 0,20	rest	portocaliu	
WZ 3	ZrO ₂	0,15-0,50	≤ 0,20	rest	brun	<ul style="list-style-type: none"> Se folosesc în special la structuri expuse radiațiilor.
WZ 8	ZrO ₂	0,70-0,90	≤ 0,20	rest	alb	
WL 10	LaO ₂	0,90-1,20	≤ 0,20	rest	negru	<ul style="list-style-type: none"> Durată marită de viață.
WC 20	CeO ₂	1,80-2,20	≤ 0,20	rest	gri	<ul style="list-style-type: none"> Durată sporită de viață; Nu sunt toxici;
WG	nespecificat		-	-	gri	<ul style="list-style-type: none"> Conform specificații speciale

2 DATE INTRARE EXPERIMENT

2.1 Materiale

2.1.1 Materialul de bază

Materialul de bază utilizat în cadrul experimentelor a fost un oțel carbon, marca S235. Caracteristicile mecanice sunt prezentate în standardul 10027-1:2006.

Probele au fost debitate mecanic din platbandă de oțel cu grosimea de 5 mm și lățimea 50 mm. Dimensiunea finală a probelor este de 70x50x5 mm.

Înainte de debitare materialul de bază a fost supus unui tratament de sablare.

2.1.2 Gazul de protecție

Gazul de protecție folosit este Argon 100%.

2.1.3 Electrozi nefuzibili

Pentru acest experiment au fost utilizate două tipuri de electrozi:

- WP – electrod de wolfram pur (99,8%) de culoare verde;
- WT 20 – electrod de wolfram cu adaos de oxid de ThO₂ (1,7 – 2,20 %) culoare roșie ;

Simbolizarea și caracteristicile electrozilor sunt prezentate în standardul SR EN ISO 6848.

2.2 Parametrii regimului de sudare

Parametrii regimului de sudare au fost aleși din plaja de valori recomandată de producătorul mărcii de electrozi, având în vedere asigurarea pe cât posibil, a unui arc electric cât mai stabil.

Au fost stabilite două grupe de parametrii:

1. *Parametrii constanți*: tip și debit gaz de protecție, distanță piesă-electrod, diametru electrod, viteză de sudare;

2. *Parametrii variabili*: natura curentului, tipul electrodului, prelucrarea electrodului.

Parametrii constanți, sunt acei parametrii care rămân neschimbați pe toată durata experimentului, în condițiile în care, pentru fiecare serie de experimente se vor modifica parametrii variabili, în vederea obținerii rezultatelor comparabile.

Tabel 2 - Parametrii constanți

Parametru	Unitate de măsură	Valoare
Tip gaz protecție	[-]	Ar 100%
Debit gaz	[l/min]	12
Distanță piesă-electrod	[mm]	4,5
Diametru electrod	[mm]	3,2
Viteza de sudare	[cm/min]	17
Intensitatea curentului	[A]	120

După cum se poate observa din tabelul 2, intensitatea în cazul utilizării curentului alternativ este mai mică decât cea în curent continuu, deoarece stabilitatea arcului electric a fost mult mai redusă și a fost constatată o încălzire excesivă a electrodului de wolfram în raport cu posibilitățile tehnice ale echipamentului disponibil.

Tabel 3 - Parametrii variabili

Parametru		Valori		
Natura curentului		CC	CA	
Tipul electrodului		WP	WT 20	
Vârf	ascuțit	30°	60°	90°
	ascuțit - bont	30°	60°	90°

2.3 Echipamente

Pentru realizarea experimentelor s-au utilizat următoarele echipamente:

- Sursa de sudare – ESAB HELIARC 353i;
- Pistolet WIG – ESAB THX;
- Tractoraș sudare – ESAB MIGGYTRAC;
- Mașină de ascuțit electrozi – ESAB G-TECH Handy I (fig. 3);
- Cameră foto-video – CANON EOS 5D II;

3 CERCETĂRI EFECTUATE

În vederea efectuării experimentelor, au fost realizate în prealabil planurile experimentale pentru fiecare tip de electrod (WP și WT 20).

Astfel, în planul experimental au fost trecuți parametrii constanți și au fost alese valori pentru cei variabili, rezultând câte un set complet de parametrii pentru fiecare probă, ca în exemplul din fig. 2.

1.1a Experiment CA -WT -30 grade ascuțit			
Denumire	UM	Valoare	Obs.
Tip Curent	[-]	CA	-
Debit gaz	[l/min]	12	-
Unghi vârf	grd.	30	(vârf ascuțit)
Tip Electrode	[-]	WT	-
Diametru El.	[mm]	3,2	-
Is	A	120	±5

Fig. 2 Exemplu parametrii experiment

3.1 Pregătirea echipamentelor

Prima etapă a cercetărilor a constat în pregătirea efectivă a echipamentelor:

- Poziționare pistol pe tractorașul de sudare;
- Pregătire masă poziționare probă;
- Pregătire șablon realizare distanță probă-electrod;
- Notarea probelor conform plan experimental;
- Efectuare proba de test pentru verificare „set-up” complet;

3.2 Pregătirea electrozilor

Pentru fiecare din tipurile de electrozi s-au pregătit câte 4 electrozi folosind mașina specială de ascuțit electrozi ESAB G-TECH Handy I.



Fig. 3 - Mașina de ascuțit electrozi de wolfram

Unghiurile la care s-au prelucrat electrozii au fost: 30°, 60°, 90° și pentru a avea un contrast, a fost folosit și un electrod neprelucrat, ce are un unghi original de 180°.

3.3 Poziționarea electrodului

În vederea obținerii unor rezultate comparabile, a fost urmărită respectarea parametrilor impuși și păstrarea valorilor parametrilor constanți pentru toată seria de probe.

Pentru a ne asigura păstrarea aceluiași distanțe, a fost confecționat un șablon metalic ce asigură aceeași distanță electrod-piesă – 4,5 mm și aceeași distanță de expunere a electrodului în afara duzei de gaz – 10 mm.

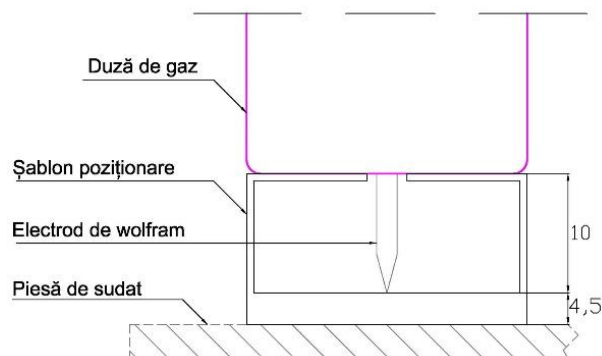


Fig. 4 Șablon poziționare electrod

3.4 Poziționare aparat foto-video

În vederea achiziției de imagini și filme, aparatul foto-video a fost poziționat pe un trepied, și orientat astfel încât să integreze într-un singur cadru toată lungimea de cursă a echipamentului de sudare.

Poziția aparatului foto-video a fost constantă pe toata durata realizării experimentelor.

4 REZULTATE OBȚINUTE

4.1 Categoriile rezultate

Rezultatele obținute după efectuarea fiecărui experiment se pot împărți în două categorii:

4.1.1 Rezultate digitale – poze și filmări ale procesului și a arcului electric;

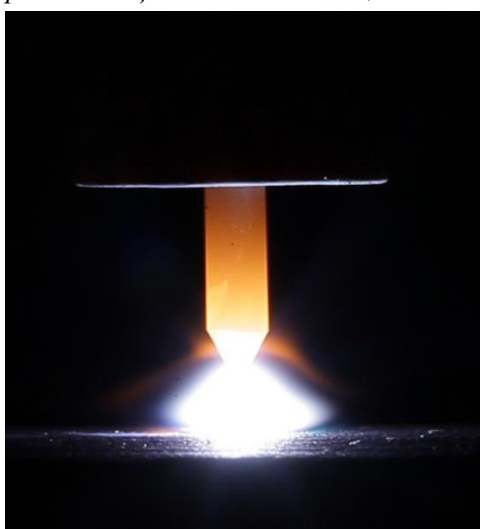


Fig. 5 Model rezultat digital (arc electric proba 1.6a)

Rezultatele digitale furnizează detalii despre caracteristicile geometrice ale arcului electric, raza de acțiune (poziționare pe electrod), stabilitate și orientare.

4.1.2 Rezultate fizice – probele pe care s-au făcut experimentele și electrozii nefuzibili.



Fig. 6 Model rezultat fizic (proba 1.6)

Rezultatele fizice furnizează date importante referitoare la pătrundere, lățime, supraînălțare, structură, etc. și vor fi supuse la analize nedistructive și distructive în vederea corelării cu cele digitale.

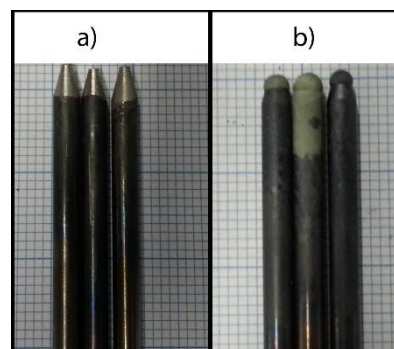


Fig. 7 Model rezultat fizic - electrozi de wolfram WP unghi 30° CA - 80A a)-inainte, b)-după

4.2 Prelucrare rezultate

4.2.1 Prelucrarea rezultatelor digitale

Prelucrarea rezultatelor digitale presupune procese variate de lucru în vederea extragerii datelor. Există multe metode și metodologii de obținere a datelor cu ajutorul softurilor specializate, printre care aplicarea unor măști sau filtre pentru scoaterea în evidență a formelor clare și măsurabile

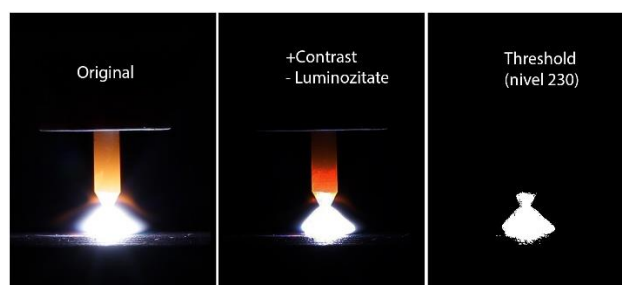


Fig. 8 Exemplu de prelucrare – formă arc electric

În exemplul din figura 8 este pusă în evidență forma finită a arcului electric cu ajutorul filtrelor de contrast și luminozitate și apoi aplicarea unei măști ce permite afișarea în culoarea albă numai nuanțele ce depășesc o anumită intensitate (prestabilită) – funcția Threshold.

Pentru măsurarea caracteristicilor geometrice a arcului electric, după prelucrarea din figura 8, se realizează un șablon bazat pe conturul arcului, și se măsoară cotele la un interval (caroiaj) de 1 mm.

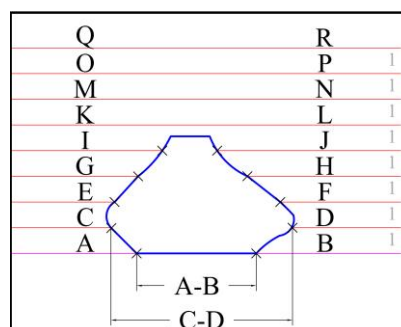


Fig. 9 Model măsurare dimensiuni arc electric (se măsoară cotele acolo unde arcul intersectează liniile de caroiaj)

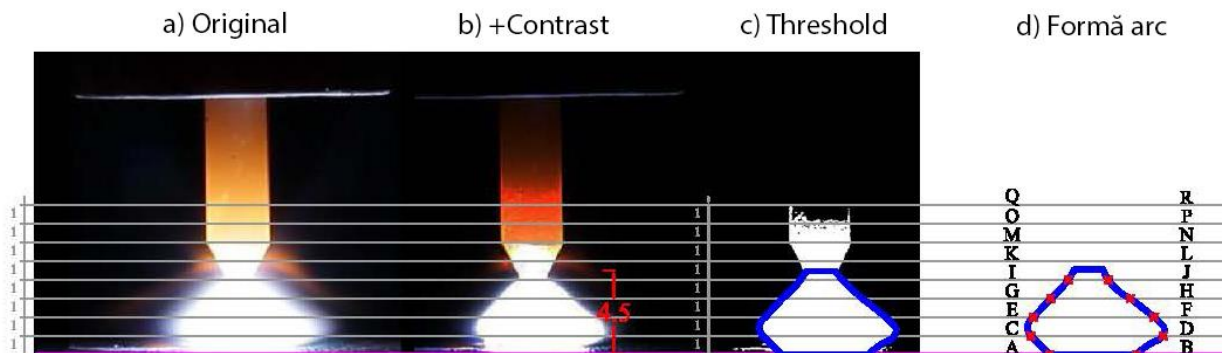


Fig. 10 Etapele obținerii formei arcului electric pentru analiză

4.2.2 Prelucrarea rezultatelor fizice

În cazul probelor obținute și a electrozilor utilizați, se pot efectua diverse măsurători și teste. În lucrarea de față sunt cuprinse doar măsurătorile și evaluările optico-vizuale. Principalele măsurători efectuate pe probe au fost măsurarea cordonului și a zonei supraîncălzite.

Având în vedere că nu s-a intervenit sub nici o formă asupra probelor, în cazul utilizării curentului alternativ și a celui continuu cu polaritate inversă (CCEP) cordonul coincide vizual cu zona supraîncălzită (adică nu se deosebesc), fiind trecute în tabel cu aceeași valoare, iar valoarea măsurată a cordonului trecută ca observație.

4.3 Analiza rezultatelor

Tabel 4 Analiza rezultatelor în cazul electrozilor de wolfram cu adaosuri de ThO₂ - WT 20 [mm]

	ARC ELECTRIC										CUSĂTURĂ	
	Denumire Experiment	Lungime Arc	Distanță A-B	Distanță C-D	Distanță E-F	Distanță G-H	Distanță I-J	Distanță K-L	Distanță M-N	Distanță O-P	Lățime Cordon	Lățime Supraîncalzire
CA - 80A	1CA	6.4	8.4	10.5	10.6	9.5	8.2	6.9	4.8	-	8.1	8.1
	1.1a	7.6	6.4	7.4	7.8	8.3	7.4	7	6	4.5	9	9
	1.2a	7.1	8	10.6	11.8	10.3	8.9	7.5	6.2	4.2	8.5	8.5
	1.3a	7	7.6	9.9	10.4	9.3	8.5	7.7	6	3.5	8.3	8.3
CCEN (cc-) 120A	1DCEN	5.1	5	7	6.9	5.4	4.1	2.8	-	-	3.1	10.4
	1.5a	4.6	4.6	7.6	7	4	3.3	-	-	-	3.9	8
	1.6a	4.6	4.6	7	6.5	4.3	2	-	-	-	4.4	6.5
	1.7a	4.5	5	6.6	6.2	4.3	2.5	-	-	-	4.2	7
	1.5b	4.5	4.6	6.7	6.3	4.5	2.8	-	-	-	4.4	7.6
	1.6b	4.5	4.6	6.7	6.2	4.3	3.1	-	-	-	4.3	6.7
CCEP 30A	1.7b	4.5	5	6.9	5.9	4	3.1	-	-	-	4.4	7.2
	1.9a	6.5	2.7	5.1	6	6.6	6.8	5.8	3.7	-	4.3	4.3
	1.9b	4.6	2.6	4.6	5.8	5.7	4.7	-	-	-	5.5	5.5

Tabel 5 Analiza rezultatelor în cazul electrozilor de wolfram pur – WP [mm]

	ARC ELECTRIC										CUSĂTURĂ	
	Denumire Experiment	Lungime Arc	Distanță A-B	Distanță C-D	Distanță E-F	Distanță G-H	Distanță I-J	Distanță K-L	Distanță M-N	Distanță O-P	Lățime Cordon	Lățime Supraîncalzire
CA - 80A	2CA	4.6	6	5.8	5.2	3.8	-	-	-	-	10.5	10.5
	2.1	7.5	4.8	6.4	6.5	5.7	4.9	4.2	3.8	3.4	9.8	9.8
	2.2	5.5	4.4	5	5.4	4.8	3.9	3.1	-	-	9.2	9.2
	2.3	5	4.7	5.7	5.7	4.9	3.6	-	-	-	9.6	9.6
CCEN (cc-) 120A	2DCEN	6.2	4.2	5.8	8	6.6	5.3	4.1	2.6	-	2.7	7.3
	2.5a	4.7	3.6	5	6.6	7.8	5.4	-	-	-	4.4	7.6
	2.6a	4.6	3.1	6	6.9	5.1	3	-	-	-	3.6	6.5
	2.7a	4.7	4.2	5.9	6.1	4.6	3.3	-	-	-	3.4	6.8
	2.5b	4.8	3.5	5.6	6	4.9	3.7	-	-	-	4.3	7
	2.6b	4.6	4.3	5.9	5.7	4.3	2.9	-	-	-	4.1	6.8
	2.7b	4.6	3.1	4.5	6	4.8	2.9	-	-	-	4	7.4

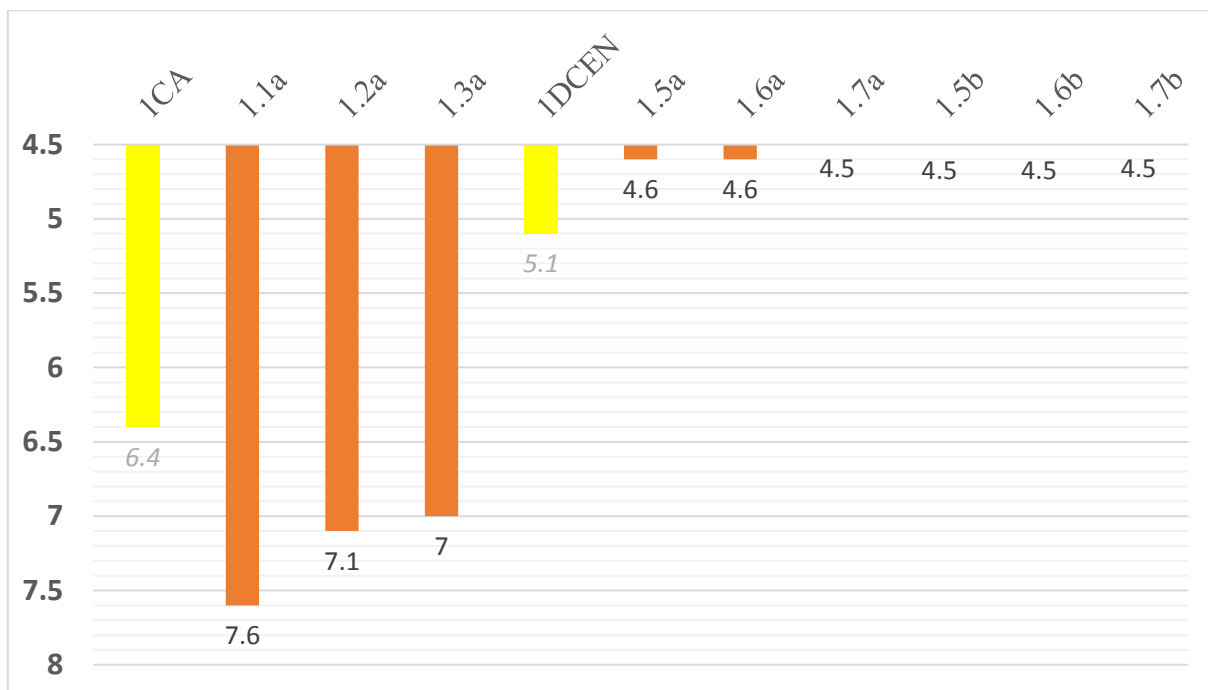


Fig. 11 Analiză comparativă între lungimea prestabilită a arcului și lungimea reală (măsurată) – în cazul electrozilor de wolfram cu adaosuri de ThO₂ - WT 20 [mm]

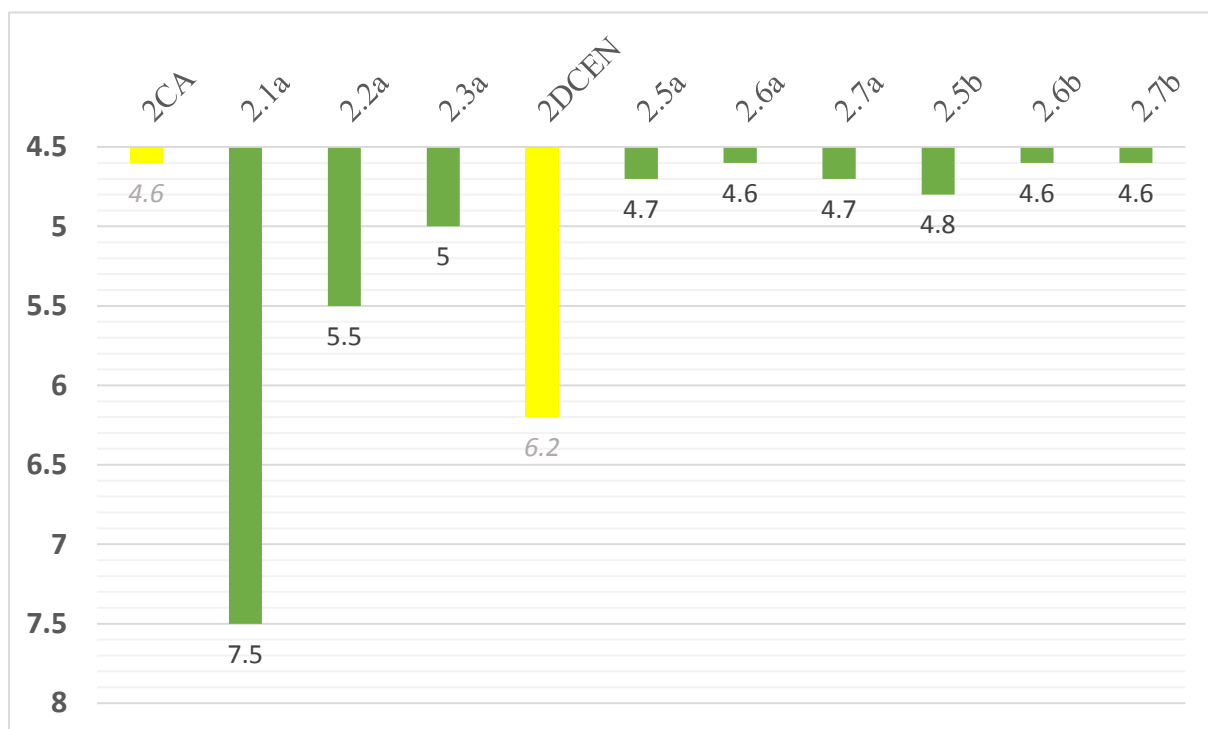


Fig. 12 Analiză comparativă între lungimea prestabilită a arcului și lungimea reală (măsurată) – în cazul electrozilor de wolfram pur – WP [mm]

După cum se poate observa în figura 11 și în figura 12, lungimea arcului electric tinde să crească semnificativ la utilizarea curentului alternativ.

Dacă în cazul utilizării electrozilor de wolfram thoriat (WT 20) se poate observa o creștere sensibilă a lungimii arcului o dată cu scăderea unghiului vârfului electrodului, în cazul electrozilor de wolfram pur (WP) se poate observa o creștere clară

a lungimii o dată cu scăderea valorii unghiului vârfului.

Astfel, lungimea arcului prestabilită (dată de distanța fixă electrod-piesă) ce are o valoare de 4,5 mm, se regăsește aproape în totalitate în cazul utilizării curentului continuu. (marja de măsurare fiind de aprox. 0,2 mm)

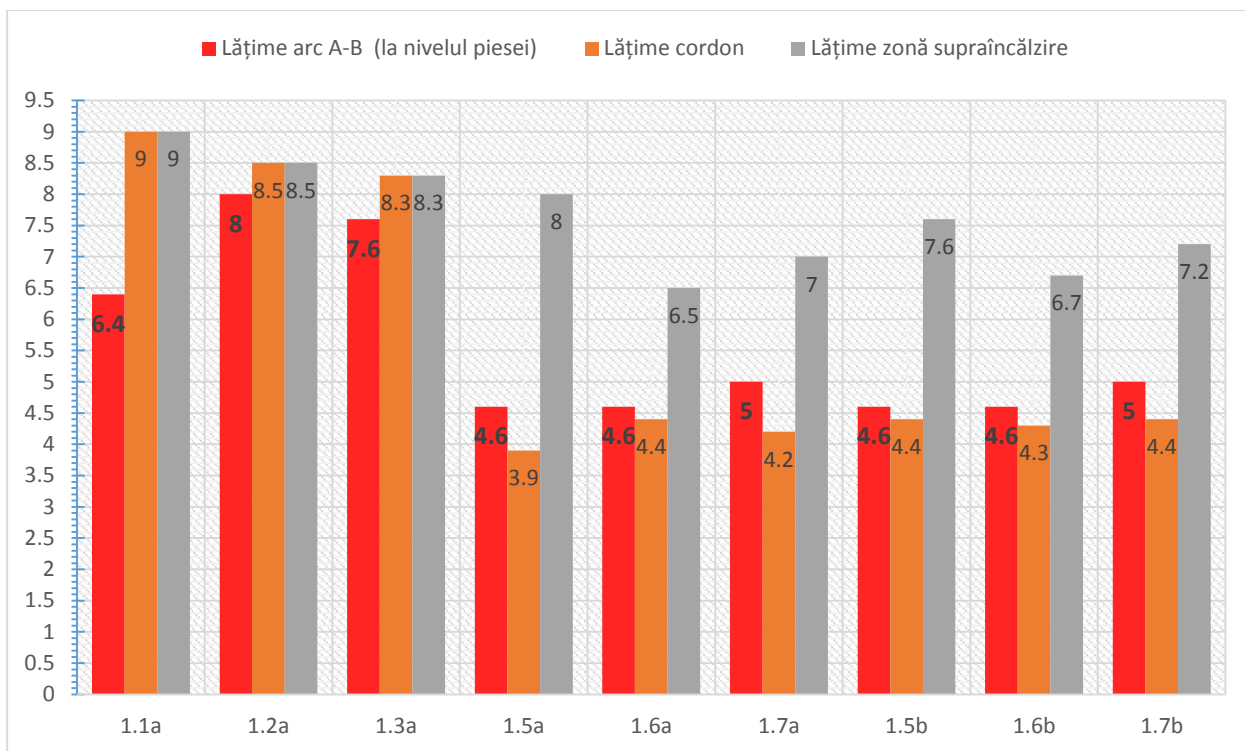


Fig. 13 Analiză a bazei arcului electric în raport cu lățimea de cordon și zona de supraîncălzire – în cazul electrozilor de wolfram cu adaosuri de ThO₂ - WT 20 [mm]

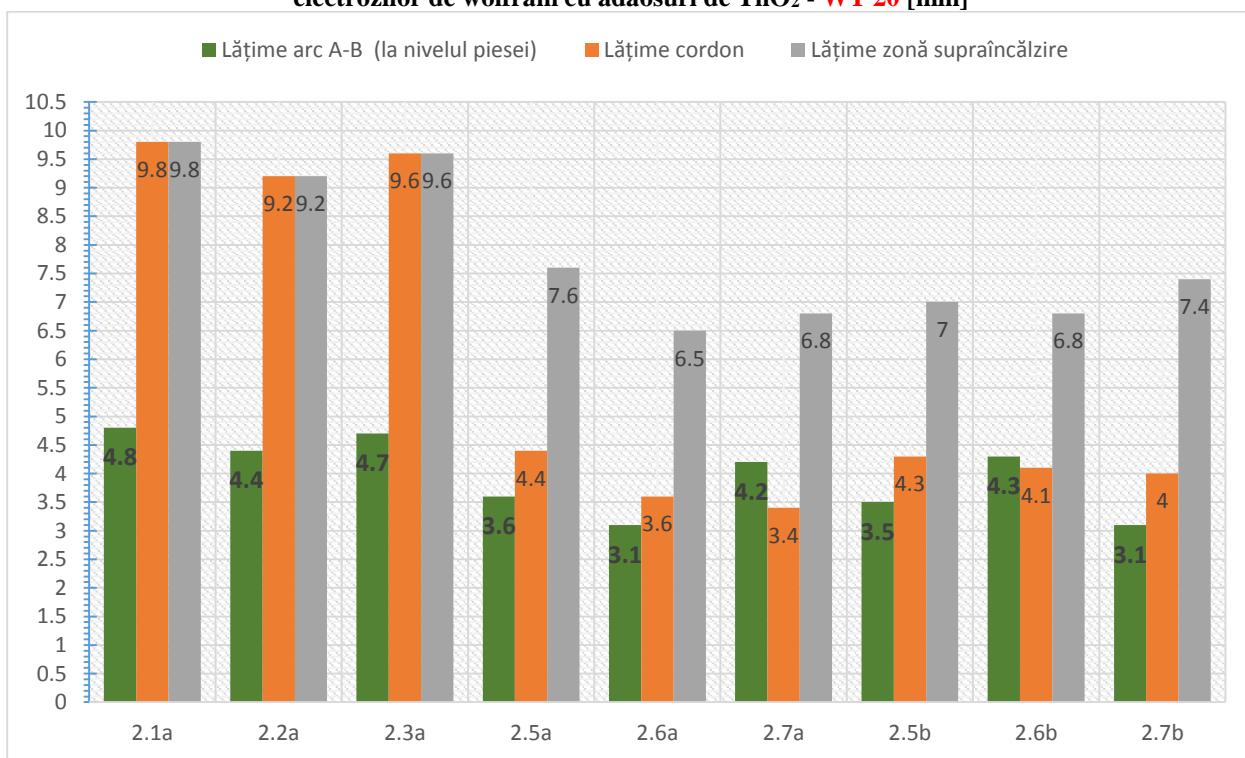


Fig. 14 Analiza a bazei arcului electric în raport cu lățimea de cordon și zona de supraîncălzire – în cazul electrozilor de wolfram pur – WP [mm]

În cazul analizei bazei arcului electric în raport cu caracteristicile cordonului și a zonei de supraîncălzire, rezultatele nu pot fi considerate concludente.

În primul rând în cazul utilizării curentului alternativ (probele 1.1a, 1.2a, 1.3a respectiv 2.1a,

2.2a, 2.3a) lățimea cordonului este identică cu zona de supraîncălzire, în condițiile în care acest lucru este o apreciere optico-vizuală.

Un rezultat concludent în ambele cazuri (curent continuu și alternativ) va putea fi obținut după o analiză distructivă – proba microscopică.

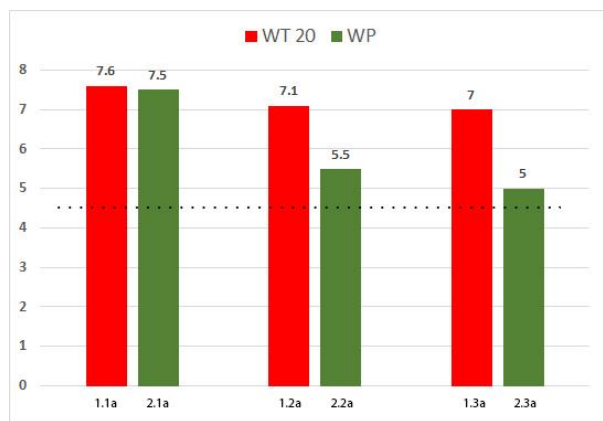


Fig. 15 Analiză comparativă a lungimii arcului electric măsurat - în curentului alternativ [mm]

După cum se observă și din figurile 11 și 12, tendința de urcare a arcului electric pe axul electrodului este mai pronunțată în cazul scăderii valorii unghiului de pregătire al electrodului. În plus, această analiză scoate în evidență și tendința de urcare mai accentuată a arcului electric în cazul electrozilor de wolfram pur (WP). Acest lucru se poate datora tendinței de încălzire mai accentuată a acestui tip de electrod.

O eventuală analiză comparativă a lungimii arcului electric măsurat în cazul utilizării curentului continuu, este dificil de realizat în aceste condiții, deoarece diferențele constatate se situează în marja de eroare a procesului de măsurare.

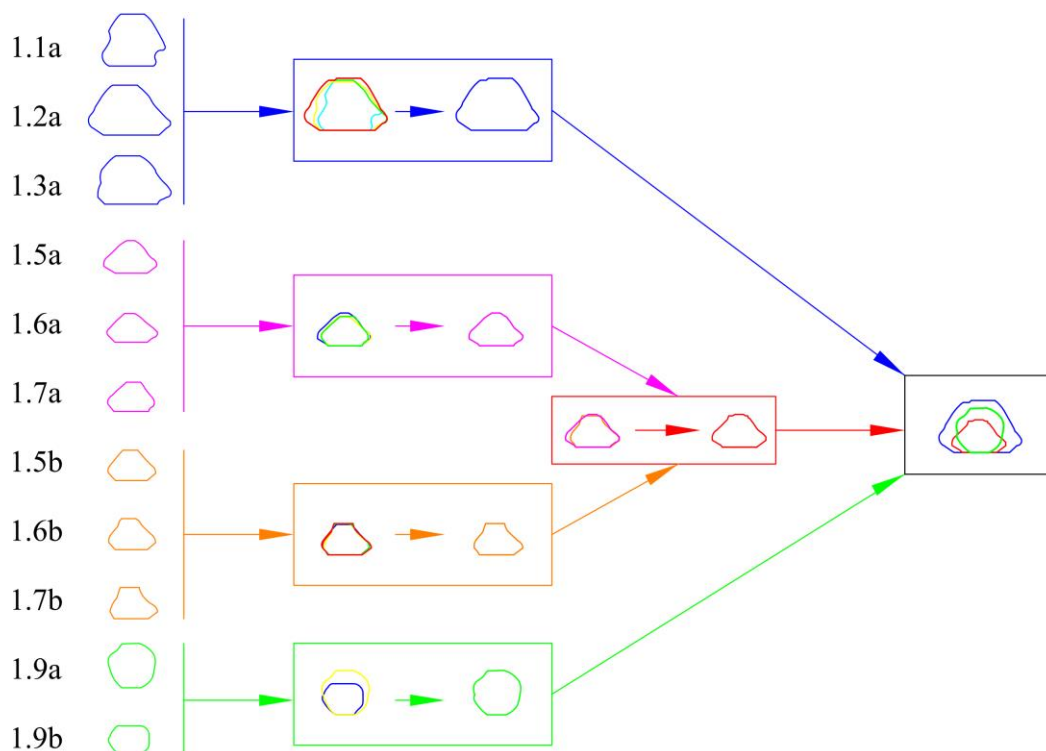


Fig. 16 Model de compunere a formei generale maxime a arcurilor electrice formate

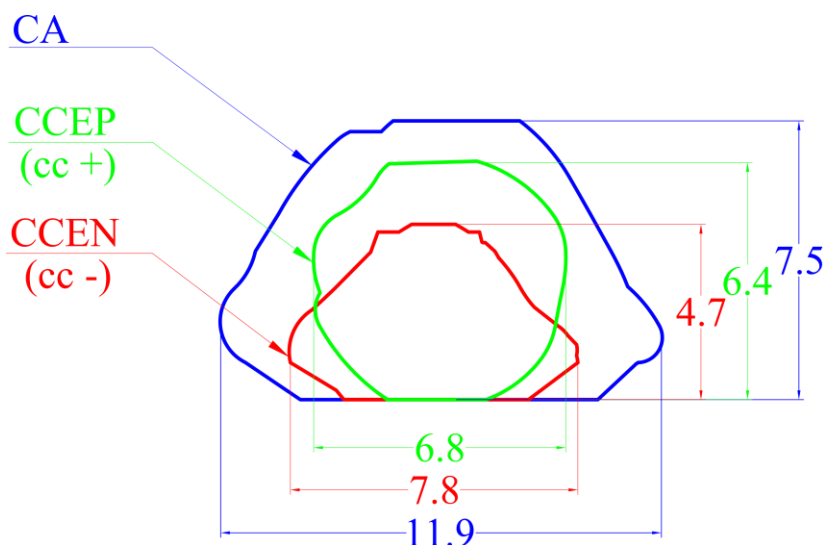


Fig. 17 Forma maximă generată a arcurilor electrice analizate pe criteriul naturii curentului

5 CONCLUZII

Din experimentele efectuate și din rezultatele obținute, au fost efectuate primele analize. Până în acest moment al studiilor și cercetărilor se conturează următoarele concluzii:

5.1 Influența modului de pregătire al electrodului asupra caracteristicilor arcului electric, electrod WT 20

5.1.1 În cazul WT 20 - CA

S-a constatat o creștere a bazei arcului electric (distanța A-B) odată cu creșterea unghiului realizat. Astfel cea mai mică valoare a cotei este de 6,4 mm în cazul valorii unghiului de 30° și cea mai mare valoare a cotei este de 7,6 mm în cazul valorii unghiului de 90°.

S-a observat o scădere a înălțimii reale a arcului electric odată cu creșterea valorii unghiului de prelucrare a electrodului. Astfel cea mai mare valoare a fost înregistrată la pregătirea în unghi de 30° și anume 7,6 mm, iar cea mai mică a fost înregistrată la pregătirea electrodului în unghi de 90° respectiv 7 mm.

Referitor la dimensiunile aparente (verificate optico-vizual) ale cordonului de sudură, s-a constatat că lățimea scade odată cu creșterea valorii unghiului de pregătire al electrodului. Astfel valoarea maximă de 9 mm a fost înregistrată la o prelucrare în unghi de 30° iar valoarea minimă de 8,3 mm a fost înregistrată la prelucrarea în unghi de 90°.

De menționat că la analiza optico-vizuală a probelor marginile cordonului se confundă cu marginile zonei de supraîncălzire.



Fig. 18 Exemplu de cordon realizat în curent alternativ (proba 1.3a)

5.1.2 În cazul WT 20 – CCEN

În acest caz, variația dimensiunii bazei arcului electric (distanța A-B) nu respectă o lege liniară, având o variație haotică.

Referitor la lungimea reală a arcului, aceasta nu suferă modificări semnificative față de cea teoretică (distanța piesă-electrod), variația fiind de aprox 0,1-0,2 mm maxim.

Dimensiunile aparente ale cordonului de sudură tind să se mențină constante în raport cu unghiul de

pregătire a electrodului, în ambele cazuri (vârf ascuțit –a, respectiv vârf bont –b).

Referitor la zona de supraîncălzire, valorile nu respectă o lege liniară pentru probele analizate.

5.2 Influența modului de pregătire al electrodului asupra caracteristicilor arcului electric, electrod WP

5.2.1 În cazul WP - CA

În acest caz, variația dimensiunii bazei arcului electric (distanța A-B) nu respectă o lege liniară, având o variație haotică.

S-a observat o scădere semnificativă a înălțimii reale a arcului electric odată cu creșterea valorii unghiului de prelucrare a electrodului. Astfel cea mai mare valoare a fost înregistrată la pregătirea în unghi de 30° și anume 7,5 mm, iar cea mai mică a fost înregistrată la pregătirea electrodului în unghi de 90° respectiv 5 mm.

Referitor la dimensiunile aparente (verificate optico-vizual) ale cordonului de sudură, s-a constatat că nu se respectă o lege liniară, în cazul probelor analizate.

5.2.2 În cazul WP - CCEN

Referitor la lungimea reală a arcului, aceasta nu suferă modificări semnificative față de cea teoretică (distanța piesă-electrod), variația fiind de aprox 0,1-0,2 mm maxim.

Dimensiunile aparente ale cordonului de sudură tind să scadă odată cu creșterea unghiului de pregătire a electrodului, în ambele cazuri (vârf ascuțit 1.5a, 1.6a, 1.7a, 2.5a, 2.6a, 2.7a respectiv vârf bont 1.5b, 1.6b, 1.7b, 2.5b, 2.6b, 2.7b). Astfel în cazul pregătirii electrodului cu vârf ascuțit (a) valoarea maximă a fost înregistrată la unghiul de 30° adică 4,4 mm și valoarea minimă la unghiul de 90°-3,4mm; iar în cazul pregătirii cu vârf bont (b) valoarea maximă a fost înregistrată tot la unghiul de 30°-4,3mm și cea minimă la unghiul de 90°-4 mm.

Referitor la zona de supraîncălzire, valorile nu respectă o lege liniară pentru probele analizate.

5.3 Comparație între cele două tipuri de electrozi

În cazul *curentului alternativ*, la WP tendința lungimii arcului este de a scădea considerabil o dată cu creșterea unghiului, pe când la WT 20 tendința nu este la fel de pronunțată.

În cazul utilizării *curentului continuu* (CCEN) tendința de menținere a lungimii arcului electric este identică la ambele tipuri de electrozi, dar în cazul WT 20 se obține o bază (A-B) mai mare ca la WP.

5.4 Concluzii generale

Din experimentele efectuate și analizele realizate până în prezent, se poate concluziona că există dependențe notabile între modul de prelucrare al electrodului de wolfram și forma arcului electric și, în mod direct acest lucru se reflectă în caracteristicile geometrice ale cordonului.

După o analiză completă, acest lucru însemnând verificări distructive ale probelor obținute, se vor stabili dependențele dintre modul de prelucrare al electrozilor și arcul electric, și deci în mod direct, dependențele dintre modul de pregătire al electrozilor și condifurația geometrică a cusăturii.

6 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Iacobescu, G (2012-2013), *Curs- Teoria proceselor de sudare prin topire*, UPB, București.
- [2]. Dehelean, D (2014-2015), *Curs inginer european/internațional*, ASR, Timișoara.
- [3]. SR EN ISO 6848 (2011), *Electrozi de wolfram pentru sudare cu arc electric în mediu de gaz inert și pentru sudare și tăiere cu plasmă*, ASRO.
- [4]. A5.12/A5.12M – *Specification for tungsten electrodes and tungsten alloy electrodes for arc welding and cutting*, ASTM.
- [5]. <http://www.esab.com/gb/en/support/upload/G-Tech-Handy-Tungsten-Grinder-2.pdf>, Accesat la data: 10.05.2015.
- [6]. http://www.usa.canon.com/cusa/support/consu mer/eos_slr_camera_systems/eos_digital_slr_camer as/eos_5d_mark_ii, Accesat la data: 12.05.2015.

7 NOTAȚII

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

CA= curent alternativ

DCEN/CCEN= curent continuu electrod negativ
(polaritate directă)

DCEP/CCEP= curent continuu electrod pozitiv
(polaritate inversă)