



UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
FACULTATEA DE INGINERIE
Specializarea: PSIS



LUCRARE DE DISERTAȚIE

Coordonator proiect:

Ș.L. dr. Ing. BOGDAN GEORGESCU

Absolvent:

IOAN EUGEN STANCU

GALAȚI, 2020



UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
FACULTATEA DE INGINERIE
Specializarea: PSIS



SUDAREA CONDUCTELOR MAGISTRALE

Coordonator proiect:

Ș.L. dr. Ing. BOGDAN GEORGESCU

Absolvent:

IOAN EUGEN STANCU

GALAȚI, 2020

CUPRINS

	Pag.
Introducere	
Cap. 1. Materiale utilizate	
1.1. Materiale de bază.....	
1.2. Materiale de adaos.....	
Cap. 2. Tehnologii de sudare	
2.1. Proiectarea tehnologiei de sudare elicoidală a virolei.....	
2.2. Etapele proiectării tehnologiei de sudare.....	
2.3. Analiza construcției sudate și stabilirea procedurii de sudare.....	
2.4. Stabilirea modului de aplicare a procedurii și a parametrilor de sudare.....	
2.5. Alegerea rostului pentru sudare.....	
2.6. Aria sudurii și numărul de treceri necesare.....	
2.7. Stabilirea vitezei de sudare.....	
2.8. Alegerea materialelor de adaos și stabilirea parametrilor electrici de sudare.....	
2.9. Întocmirea specificațiilor procedurilor de sudare.....	
Cap. 3. Procedee de sudare	
3.1. MIG-MAG.....	
3.2. WIG/TIG.....	
3.3. Sudarea sub strat de flux.....	
Cap. 4. Control nedestructiv	
4.1. Controlul vizual.....	
4.2. Examinare cu raze X.....	
4.3. Controlul cu ultrasunete.....	
Cap. 5. Defecte	
5.1. Defecte interne.....	
5.2. Defecte de formă și suprafață.....	

Cap. 6. Protectia muncii	
Concluzii	
Bibliografie	
Opis	

Introducere

Prezenta lucrare are ca scop etalarea pașilor în vederea realizării țevelor folosite la construcția conductelor magistrale. Lucrarea este structurată în șase capitole.

În capitolul 1 se prezintă aspecte generale despre ce presupune o conductă magistrală și din ce materiale – atât de bază cât și de adaos – se confecționează acestea.

Capitolul 2, “Tehnologii de sudare“, prezintă întreg procesul de sudare, plecând de la proiectarea tehnologiei, până la întocmirea specificațiilor.

Capitolul 3 expune procedeele de sudare posibile pentru realizarea îmbinării sudate.

Capitolul 4 prezintă primele trei – cele mai bune din punct de vedere al randamentului - procedee de control nedestructiv.

În capitolul 5 sunt prezentate defectele și metodele de corectare ale acestora.

În capitolul 6, cel din urmă, dar cel mai important când vine vorba de o societate responsabilă, sunt prezentate o serie de norme de protecția muncii în domeniul sudării.

CAPITOLUL 1.

Materialle utilizate

Conductele magistrale sunt elemente ale sistemelor pentru transportul sub presiune al diverselor fluide cu viteze mai mari sau mai mici, la distanțe de ordinul sutelor sau miilor de kilometri, care străbat diverse forme de relief. Conductele de transport și de distribuție a fluidelor petroliere și gazelor naturale se realizează din țevi din oțel fabricate prin laminare la cald (fără sudură) sau sudate (longitudinal sau elicoidal).

1.1. Materiale de bază

Oțelurile pentru conducte sunt oțeluri microaliate de înaltă rezistență și sunt produse de firme cu renume în producția de oțeluri. Mărci de oțeluri de tipul Domex 600MC, ALFORM 700M, HZ 80, DUROSTAT 500, etc., sunt dezvoltate de marii producători de oțel ai momentului SSAB EMEA – Borlänge Suedia, Voestalpine Stahl GmbH–Linz-Austria și altele.

Oțelurile „clasice” utilizate la realizarea țevelor pentru conducte au, conform recomandărilor din API Spec. 5L-91, compoziția chimică prezentată în tabelul 1.1. Aceste oțeluri au structură ferito-perlitică tipică oțeluri nealiate sau slab aliate hipoeutectoide, iar creșterea caracteristicilor lor de rezistență mecanică se realizează în principal prin creșterea concentrației carbonului, care are ca efect mărirea conținutului procentual de prelită din structură. Semifabricatele de tip platbandă destinate fabricării țevelor sudate longitudinal sau elicoidal se realizează din astfel de oțeluri, prin procedee de laminare obișnuite (laminare normalizată), iar granulația fină a acestora este asigurată prin microaliere cu Ti, V, Nb, etc., și conducerea corectă a operațiilor de laminare:

- a) pentru fiecare reducere cu 0,01% a concentrației maxime specificate a carbonului este permisă o creștere cu 0,05% a concentrației maxime specificate a manganului, dar fără ca această concentrație să depășească 1,5% pentru oțelurile X42...X52, 1,65% pentru oțelurile X56...X65 și 2% pentru oțelurile X70 și X80;
- b) $\%Nb + \%V \leq 0,03\%$, dacă producătorul și beneficiarul țevelor nu au stabilit altfel;



LUCRARE DE DISERTAȚIE – STANCU IOAN EUGEN
UDJG – PSIS



- c) Nb, V, sau combinațiile lor, se pot utiliza pentru microalieri fără restricții;
- d) $\%Nb + \%V + \%Ti \leq 0,15\%$;
- e) $\%Nb + \%V \leq 0,06\%$, dacă producătorul și beneficiarul țevelor nu au stabilit altfel;
- f) alte compoziții pot fi propuse de producător și acceptate de beneficiar, dacă sunt respectate prescripțiile din tabel privind conținuturile de impurități (S și P).

Tabelul 1.1 Compoziția chimică a oțelurilor clasice pentru țevi conform API Spec 5L-91[9]

Compoziția chimică pentru oțelurile cu cerințele de calitate PSL 1* – Țevi nesudate							
Clasa sau gradul oțelului	%C ^{a)} max.	% Mn ^{a)} max.	% P in.	% P max.	% S ax.	% Ti max.	Alte elemente
A25, Cl I	0,21	0,60	-	0,030	0,030	-	-
A 5, Cl II	0,21	0,60	0,045	0,080	0,030	-	-
A	0,22	0,90	-	0,030	0,030	-	-
B	0,28	1,20	-	0,030	0,030	0,04	b) c) d)
X42	0,28	1,30	-	0,030	0,030	0,04	c) d)
X46; X52; X56	0,28	1,40	-	0,030	0,030	0,04	c) d)
X60 f)	0,28	1,40	-	0,030	0,030	0,04	c) d)
X65 f); X70 f)	0,28	1,40	-	0,030	0,030	0,06	c) d)
Compoziția chimică pentru oțelurile cu cerințele de calitate PSL 1* – Țevi sudate							
A25, Cl I	0,21	0,60	-	0,030	0,030	-	-
A25, Cl II	0,21	0,60	0,045	0,080	0,030	-	-
A	0,22	0,90	-	0,030	0,030	-	-
B	0,26	1,20	-	0,030	0,030	0,04	b) c) d)
X42	0,26	1,30	-	0,030	0,030	0,0	c) d)
X46; X52; X56	0,26	1,40	-	0,030	0,030	0,04	c) d)
X60 f)	0,26	1,40	-	0,030	0,030	0,04	c) d)
X65 f)	0,26	1,45	-	0,030	0,030	0,06	c) d)
X70 f)	0,26	1,65	-	0,030	0,030	0,06	c) d)
Compoziția chimică pentru oțelurile cu cerințele de calitate PSL 2 – Țevi nesudate							
B	0,24	1,20	-	0,025	0,015	0,04	d) e)
X42	0,24	1,30	-	0,025	0,015	0,04	c) d)
X46; X52; X56; X60 f)	0,24	1,40	-	0,025	0,015	0,04	c) d)
X65 f); X70 f); X80 f)	0,24	1,40	-	0,025	0,015	0,06	c) d)
Compoziția chimică pentru oțelurile cu cerințele de calitate PSL 2 – Țevi sudate							
B	0,22	1,20	-	0,025	0,015	0,04	d) e)
X42	0,22	1,30	-	0,025	0,015	0,04	c) d)
X46; X52; X56	0,22	1,40	-	0,025	0,015	0,04	c) d)
X60	0,22	1,40	-	0,025	0,015	0,04	c) d)
X65 f)	0,22	1,45	-	0,025	0,015	0,06	c) d)
X70 f)	0,2	1,65	-	0,025	0,015	0,06	c) d)
X80 f)	0,22	1,85	-	0,025	0,015	0,06	c) d)

Corespunzător standardului SR EN 10108-1,2 – Țevi din oțel pentru conducte destinate fluidelor combustibile, care reglementează calitatea țevilor din oțel pentru conductele destinate transportului și distribuției produselor petroliere lichide și gazelor naturale, clasele de prescripții (de calitate) corespunzătoare acestor țevi sunt echivalente normelor PSL din API conform 5L-91



LUCRARE DE DISERTAȚIE – STANCU IOAN EUGEN

UDJG – PSIS



astfel: cercetări experimentale privind sudarea MIG / MAG multi-arc a conductelor magistrale - clasa A, este echivalentă cu PSL 1 (conduce la care condițiile tehnice nu prevăd garantarea tenacității țevelor prin prescrierea unor valori minime ale energiei de rupere la încercarea la încovoiere prin șoc) și, - clasa B – cu PSL 2 (la care sunt impuse condiții privind nivelul minim al tenacității țevelor). Semifabricatele de tip platbandă destinate fabricării țevelor sudate longitudinal sau elicoidal se realizează din astfel de oțeluri prin procedee de laminare controlată sau laminare termomecanică (laminare cu grade mari de deformare la care se controlează strict temperaturile de lucru, vitezele de încălzire și răcire, gradele și vitezele de deformare la fiecare trecere), care pun în valoare prezența, în aceste oțeluri, unei game largi de elemente de microaliere (Nb, V, Ti, Mo etc.).

1.2. Materiale de adaos

Materiale de adaos la sudarea sub strat de flux



FLUX AS 461

FLUX AGLOMERAT PENTRU SUDARE / SUBARC AGGLOMERATED FLUX

CLASIFICARE / STANDARDS

EN 760 : S A AB 1 67 AC H5
EN 756 : S 35 2 AB S1 (AS25) - S 42 3 AB S2 (AS35)
- S 42 4 AB S3Si (AS37LN) - S 46 2 AB S2Mo (AS40A)
AWS A5.17: F6AP2-EL12 (AS25) - F7AP4-EM12K (AS35)
- F7AP6-EH12K (AS37LN)
AWS A5.23: F8AP2-EA2-A2 (AS40A) - F7A2-EG-G (AS48)

AUTORIZARI / APPROVALS

with AS35 : RINA, ABS, LRS, TÜV, GL, DNV, DB
with AS40A : RINA, ABS, LRS, GL, DNV

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Flux aglomerat semibazic pentru sudarea oțelurilor carbon sau slab aliate, în unul sau multe straturi, folosind una sau mai multe sarme. Metalul depus posedă bune caracteristici mecanice și la temperaturi scăzute. Desprindere bună a zgurii în cazul sudării de colț și în saut-fren. Recomandat în special pentru sudarea longitudinală sau elicoidală a țevilor utilizând sarme aliate cu Mo, Ni, Ti, B.

MAIN FEATURES

Agglomerated semi-basic flux suitable for carbon and low alloy steel welding in single or multipass technique and in single or multiwire applications. The weld metal, produced in combination with corresponding wire electrodes, offers good mechanical properties also at low temperature. Good slag removal in fillet and groove welds. Particularly suitable for longitudinal and spiral welding of pipes also in combination with wires Mo, Ni, Ti, B alloyed.

DOMENII DE APLICATIE

Boilere, tevi, construcții navale, construcții metalice, platforme marine
Rezervoare și aparate sub presiune

MAIN APPLICATIONS

Boiler works, piping mills, shipbuilding, structural steelworks, offshore
Tanks and pressure vessels

CONSTITUENȚI PRINCIPALI % (Valori tipice) / MAIN CONSTITUENTS % (Typical values)

CaO + CaF₂ + MgO = 39 MnO + FeO = 9 Indice de bazicitate / Basicity Index: 1.3 ca.
SiO₂ = 20 Al₂O₃ + TiO₂ + ZrO₂ = 30 (în acord cu Boniszewski / according to Boniszewski)

CURENT - CALCINARE

DC sau AC, cu una sau mai multe sarme până la 1000A pe sarmă.
350° pentru 2 ore pentru obținerea H₂ < 5 ml/100 gr max.

CURRENT - REBAKING

DC or AC, in single or multi-wire up to 1000 A per wire.
350° C for 2 hours to obtain diffusible hydrogen 5 ml/100 gr max.

ANALIZA CHIMICĂ A METALULUI DEPUȘ % / ALL - WELD METAL CHEMICAL ANALYSIS %

Sarma/Wire	C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Cr	Mo
AS 25	0.03 - 0.06	0.6 - 1.0	0.1 - 0.5	≤ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.35			
AS 35	0.03 - 0.05	1.0 - 1.6	0.2 - 0.6	≤ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.35			
AS 37 LN	0.04 - 0.08	1.3 - 1.8	0.2 - 0.4	≤ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.35			
AS 40A	0.04 - 0.08	1.1 - 1.4	0.2 - 0.6	≤ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.35			0.4 - 0.65
AS 48	0.03 - 0.06	1.2 - 1.6	0.3 - 0.7	≤ 0.02	≤ 0.025	0.3 - 0.5	0.6 - 0.9	0.2 - 0.4	

CARACTERISTICI MECANICE / MECHANICAL PROPERTIES

Sarma/Wire	Trat. termic/Heat treatment	Rm N/mm ²	Rs N/mm ²	E % 5°C	Kv J -20°C	Kv J -30°C	Kv J -40°C	Kv J -51°C
AS 25	Stare sudată / As welded	440 - 550	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 25	620° C x 1h	420 - 550	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 35	Stare sudată / As welded	510 - 650	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 35	620° C x 1h	490 - 650	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 37 LN	Stare sudată / As welded	530 - 650	≥	≥	-	-	≥	≥
AS 37 LN	620° C x 1h	510 - 650	≥	≥	-	-	≥	≥
AS 40A	Stare sudată / As welded	570 - 690	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 40A	620° C x 1h	560 - 690	≥	≥	≥	≥	-	-
AS 48	Stare sudată / As welded	510 - 660	≥	≥	≥	≥	-	-

Materiale de adaos la sudarea WIG



FILCORD C

SARMA PLINA CUPRATA/ COPPER COATED SOLID WIRE

CLASIFICARE / STANDARDS

EN 440-94 : G3Si1
AWS A5.18-93 : ER70S-4
AWS A5.18-93 : ER70S-6

AUTORIZARI / APPROVALS

ABS : 3SA-3YSA RINA : SG42-52A3
LRS : 3S-3YS TÜV : SG2M21CY4254
DNV : III-YMS GL : 3YS
BV : SA3M-SA3YM
DB : N° 42.047.01

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Sarma plina cuprata pentru sudare in mediu de gaz protector in toate pozitile.Se utilizeaza ca gaz de protectie Ar/CO₂, Ar/CO₂/O₂ sau CO₂. Indicat pentru sudarea intr-o singura sau mai multe treceri a otelurilor nealiata, cu rezistenta de rupere la tractiune pana la 560 N/mm² (tip SG55J2G3 EN 10025 FE 510/St52 sau similar).Arc electric stabil, stropire redusa, aspect estetic al cordonului.

MAIN FEATURES

Copper coated solid wire for GMAW welding in all position. To be used with Ar/CO₂, Ar/CO₂/O₂ or CO₂ shielding gas. Suitable for single pass or multipass welding of non alloy steels, with tensile strength up to 560 N/mm², type SG55J2G3 EN 10025 (FE 510/St 52) and similar. Stable electric arc, good extetical bead, very low spatters.

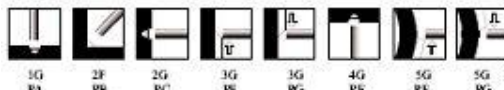
DOMENII DE APLICATIE

Constructii navale, boilere
(inclusiv cele din industria petrochimica)
Industria constructoare de masini,
Constructii metalice
Fabricarea tevilor
Constructia autovehiculelor si aplicatii electrocasnice.
Constructii feroviare

MAIN APPLICATIONS

Vessels, boilers fabrication (including the chemical petrochemical industry)
Industrial machinery construction
Metal working industry
Pipes fabrication
Car bus production and electro-domestic appliances
Coachbuilders.

POZITII DE SUDARE / WELDING POSITIONS



CURRENT / CURRENT : DC+

GAZ : Ar / CO₂, Ar / CO₂ / O₂, CO₂
M2, M3, C1 (EN 439)

ANALIZA CHIMICA A SARMEI % / WIRE CHEMICAL ANALYSIS %

C	Mn	Si	S	P	Cu				
0.06 - 0.13	1.30 - 1.60	0.70 - 1.00	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.25				

CARACTERISTICI MECANICE / MECHANICAL PROPERTIES

GAZ	Trat. termic/Heat treatment	Rm N/mm ²	Rs N/mm ²	E % 5d	Kv J -20°C	Kv J -40°C
Ar/CO ₂ (M21)	Stare sudata/As welded	510-560	≥ 420	≥ 24	≥ 70	≥ 50

AMBALARE STANDARD / STANDARD PACKAGING

Ambalare/ Packaging	Greutate/ Weight	Diametru mm/Diameter mm						
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
K 300	16 Kg	2602514	2602522	2602530	2602548	2602563	2602571	2602589
K 300/SS	16 Kg		2601938	2601946	2601963	2601979		
D 300	15 Kg	2600518	2600526	2600534	2600542	2600567		
D 300/SS	15 Kg		2605327	2605335	2605343	2605368	2605376	
C5	5 Kg	2602019	2602027	2602035	2602043			
MICRO	0,8 Kg	2601011	2601029	2601037	2601045			
LP	250 Kg		2602365	2602373	2602381			
LP4	400 Kg				2602410	2602412		

CAPITOLUL 2.

Tehnologii de sudare

2.1. Proiectarea tehnologiei de sudare elicoidală a virolei

Virola este confecționată dintr-o fâșie de tablă roluită spiralat. Grosimea tablei este în strictă legătură cu diametrul virolei și cu presiunea de transport a fluidului vehiculat în interior. După virolare, pentru finalizarea țevii, se realizează o sudură pe rostul elicoidal rezultat în urma virolării spiralate. În funcție de caracteristicile dimensionale ale virolei spiralate se proiectează tehnologia de sudare necesară derulării procesului de finalizare prin sudare elicoidală a țevii. Fiind vorba despre conducte magistrale, uzual, diametrul unei astfel de țevi este mai mare de 700 mm. Pentru astfel de diametre grosimea de perete depășește 10 mm. În ceea ce privește limitele superioare, diametrele de 1500 mm și grosimile de perete de 25 mm se regăsesc în topul caracteristicilor dimensionale ale țevelor pentru conducte magistrale. Din acest motiv se propune proiectarea tehnologiilor de sudare elicoidală a țevelor pentru caracteristicile geometrice minime și maxime, diametrele intermediare acceptând tehnologii adaptate tehnologiilor de extrem.

2.2. Etapele proiectării tehnologiei de sudare

Proiectarea unei tehnologii de sudare cunoaște mai multe etape.

În primul rând trebuie efectuată o analiză critică a construcției sudate în sine, analiză în urma căreia se decide care este procedeul de sudare cel mai potrivit din punct de vedere tehnic și economic pentru respectiva structură sudată.

După stabilirea procedurii de sudare urmează etapa prin care se stabilește modul de derulare a procesului de sudare: manual, mecanizat, automatizat sau robotizat. Această decizie se ia tot în urma analizei structurii care trebuie sudată.

Cea de-a treia etapă constă în stabilirea prin calcul sau în baza experienței a parametrilor de sudare care se pot utiliza pentru realizarea unei suduri cu o calitate minimă impusă.

Cea de-a patra etapă, specifică situațiilor reale de producție, este verificarea tehnologiilor de sudare. Această etapă constă în realizarea de suduri cu aplicarea tehnologiei proiectate și examinarea nedistructivă și/sau încercarea distructivă a acestora, în funcție de cerințele standardelor de aplicație.

Cea de-a cincea și ultima etapă a proiectării și acceptării unei tehnologii de sudare este etapa interpretării rezultatelor evaluării nivelului de calitate al sudurilor realizate și acceptarea sau respingerea parametrilor tehnologici utilizați și implicit a tehnologiei propriu-zise de sudare.

2.3. Analiza construcției sudate și stabilirea procedului de sudare

Țeava cu rost elicoidal are o lungime de cel puțin 6 m și de cel mult 18 m. Datorită poziționării elicoidale a sudurii, aceasta din urmă are o lungime sensibil mai mare decât lungimea țevii. Diametrul țevii este mai mare de 70 mm, iar grosimea de perete este mai mare de 10 mm.

Pornind de la aceste aspecte ale construcției rezultă necesitatea utilizării unui procedeu de sudare cu rată de depunere mare pentru a umple relativ repede rostul, dar și cu o viteză de derulare relativ ridicată, fiind vorba despre lungimi de ordinul metrilor ale sudurilor care trebuie efectuate. Cele mai la îndemână procedee de sudare sunt procedeele de sudare cu arc electric, acestea fiind cel mai facil de aplicat, introducând costurile tehnologice și auxiliare cele mai reduse. Dintre aceste procedee de sudare aplicabile la grosimi și lungimi mari sunt procedeul de sudare MIG/MAG și procedeul de sudare sub strat de flux. Ambele prezintă și rate de depunere ridicate (mai mari de 8 kg/h), dar și viteze de sudare specifice mai mari de 30 cm/min. Problema principală legată de utilizarea fiecărui procedeu din cele două menționate este legată de calitatea, nu tocmai ridicată a trecerii de rădăcină. În cazul sudării MIG/MAG există un risc ridicat de obținere a unor imperfecțiuni de material de tipul lipsei de pătrundere sau lipsei de topire, precum și a imperfecțiunilor de tipul incluziunilor gazoase. Dacă primele se datorează unei încălziri necorespunzătoare sau dimpotrivă exagerate a materialului de bază, ultimul tip de imperfecțiune se datorează protecției insuficiente la rădăcină, aerul putând pătrunde din exterior prin spatele sudurii. Pe de altă parte, utilizarea procedului de sudare sub strat de flux introduce

riscul apariției de defecte de tipul topirii exagerate și scurgerii de material, precum și a defectelor de tipul incluziunilor solide. Primele două se datorează unei încălziri exagerate specifice procedeului de sudare menționat, iar ultimul tip de defecte se datorează prinderii în masa sudurii a unor resturi de zgură netopită, sau parțial topită.

Pentru evitarea apariției acestor defecte la sudarea stratului de rădăcină, se propune utilizarea, în cazul acestui strat, a unui procedeu care să fie caracterizat prin calități ridicate ale sudurilor realizate. Procedeul care îndeplinește o astfel de condiție este procedeul de sudare în mediu de gaz protector cu electrod nefuzibil, WIG. Așadar, se propun următoarele:

- a) se vor folosi două procedee de sudare distincte;
- b) la sudarea rădăcinii se va suda prin procedeul WIG cu material de adaos;
- c) la realizarea trecerilor de umplere se va utiliza procedeul de sudare sub strat de flux.

2.4. Stabilirea modului de aplicare a procedeului și a parametrilor de sudare

Fiind vorba despre suduri având lungimi relativ mari aplicarea procedeelor de sudare alese în variantă manuală este inefficientă. Din acest motiv procesul de sudare se va derula mecanizat. Aceasta este dată și de faptul că virola se sudează în dispozitivele proiectate în capitolele anterioare, deci în regim mecanizat. La ambele procedee de sudare capul de sudare este fixat pe un tractor care se deplasează rectiliniu cu viteză constantă.

Parametrii de sudare au valori care depind în general de natura și dimensiunile materialului de bază, precum și de natura și dimensiunile materialului de adaos.

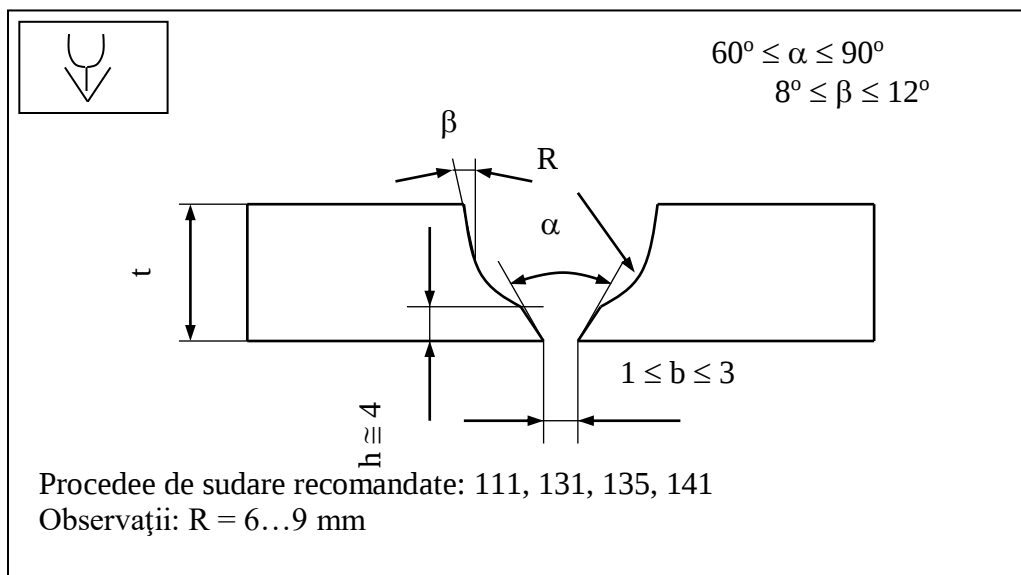
2.5. Alegerea rostului pentru sudare

Pentru asigurarea unei pătrunderi corespunzătoare este necesară pregătirea capetelor tablelor care se sudează. Această pregătire are rolul direct de a permite accesul capului de sudare spre punctul în care va exista rădăcina viitoarei suduri. Accesul în această zonă va facilita topirea întregii grosimi de tablă, prin una sau mai multe treceri. Rezultatul fizic direct al pregătirii capetelor tablelor, în vederea asigurării pătrunderii necesare, este rostul de sudare. Acesta poate

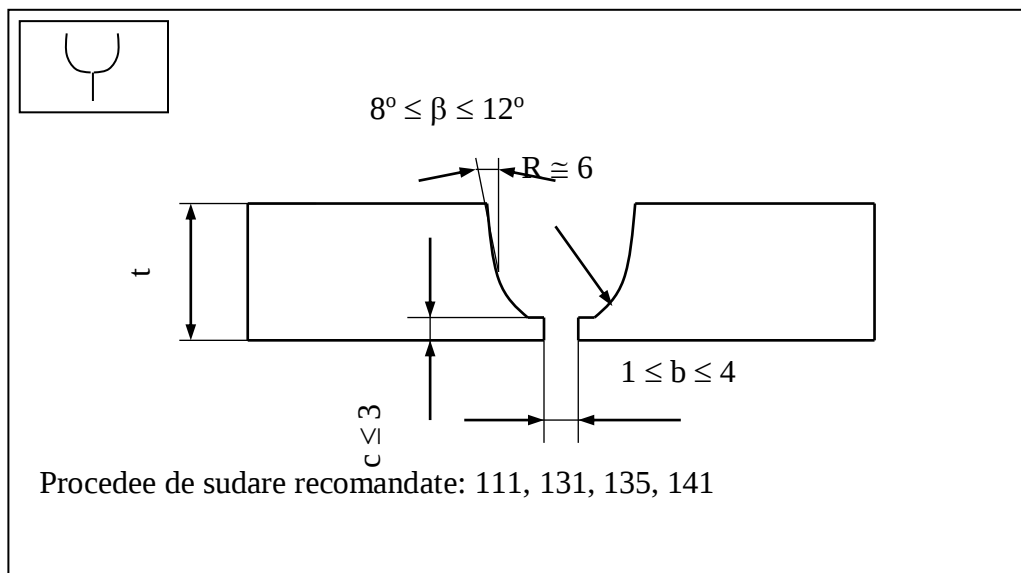
avea diferite forme și dimensiuni care depind de tipul materialului de bază, de dimensiunile materialului de bază, de procedeul de sudare utilizat, de poziția de sudare și de accesul în zona de sudare, acces asigurat de către configurația structurii sudate.

Pregătirea capetelor tablelor, în vederea realizării rostului de sudare, nu se face aleator, ea fiind ghidată de către standardul SR EN 29692:1995. Prezentarea de către standard a principalelor forme și dimensiuni de rosturi de sudare urmărește trei criterii: tipul materialului de bază, grosimea materialului de bază și tipul procedurii de sudare utilizat. În figura 6.1 sunt prezentate 3 tipuri de rosturi standardizate utilizate în realizarea prin sudare a țevilor.

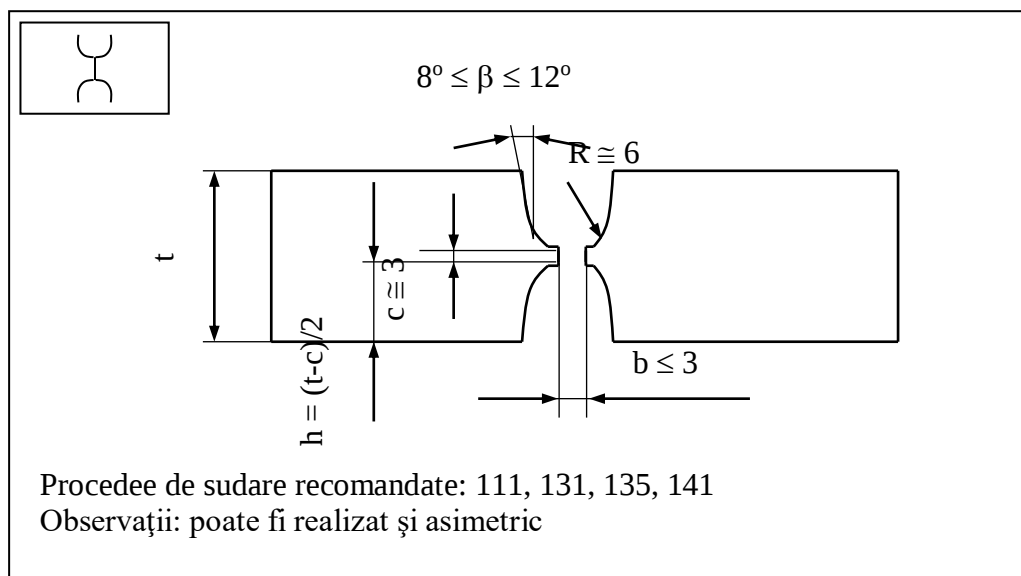
Pentru țevile cu grosimi de perete în jurul valorii de 10 mm se propune utilizarea rostului de sudare prezentat în figura 6.1 b, iar pentru rosturile cu grosimi mai mari de 20 mm se propune utilizarea rostului de sudare prezentat în figura 6.1 c. Această din urmă alegere s-a făcut din rațiuni de reducere a deformațiilor specifice sudării dintr-o singură parte.



a.



b.



c.

Fig. 2.5 Rosturi de sudare recomandate pentru sudarea țevelor

2.6. Aria sudurii și numărul de treceri necesare

Îmbinările sudate realizate prin topire cu arcul electric, sunt formate din sudură / cusătură sudată, zona influențată termic și metalul de bază. Sudura este elementul de legătură dintre componentele de sudat. Ea este rezultatul solidificării băii de sudură, formată prin topirea și amestecarea materialelor de bază cu materialul de adaos.

Aria sudurii se calculează cu ajutorul ariei rostului ales, asigurând un adaos de material de până la 40% peste aria rostului.

$$A_{sudura} = (1,1 \dots 1,4) \cdot A_r \text{ mm}^2 \quad (2.6.1)$$

Umplerea rostului de sudare se face prin treceri succesive ale arcului. Cu cât numărul de treceri este mai mare, la o arie a sudurii dată, cu atât secțiunile trecerilor de sudare sunt mai mici. Alegerea numărului de treceri și a ariilor fiecărei treceri este controlată de sensibilitatea la încălzire a materialului de bază și de necesitatea ca procesul de sudare să fie cât mai comod de executat.

Virolele cu grosime de perete mică (10 mm)

Pentru grosimea de perete de 10 mm se propune realizarea a 3 treceri, așezate ca în figura 2.6.2

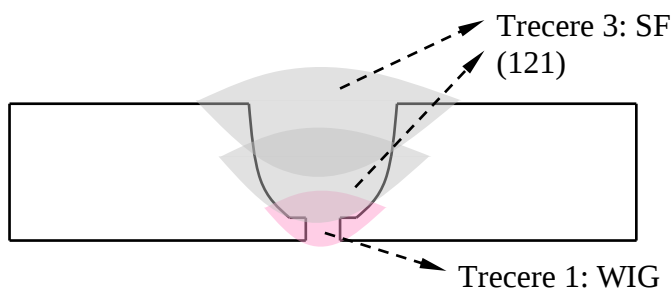


Fig. 2.6.2 Sudarea virolelor cu grosime de perete mică (10 mm)

Virolele cu grosime de perete mare (25 mm)

Pentru grosimea de perete de 25 mm se propune realizarea a 8 treceri, așezate ca în figura 2.6.3

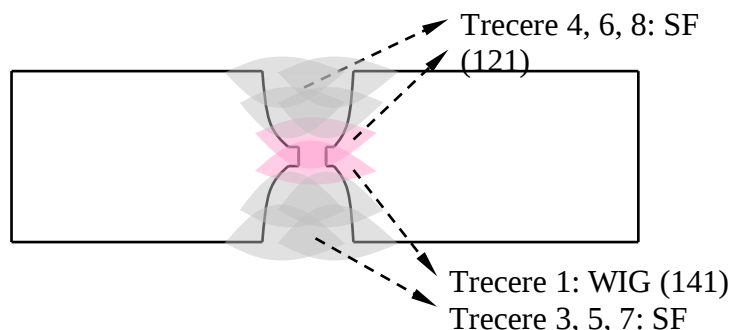


Fig. 2.6.3 Sudarea virolelor cu grosime de perete mare (25 mm)

2.7. Stabilirea vitezei de sudare

Viteza de sudare trebuie astfel aleasă încât să se asigure atât o calitate corespunzătoare a sudurii (suduri continue și fără defecte de formă), cât și o eficiență ridicată. Din acest motiv, în baza experienței se stabilesc valori pentru vitezele de sudare WIG și SF către limitele superioare posibile, ținându-se însă cont de faptul că trecerile de rădăcină diferă de trecerile de umplere prin faptul că cele din urmă trebuie să aibă secțiuni mai mari pentru eficiență economică a procesului. Astfel:

a) sudarea WIG: $V_s = 30 \text{ cm/min}$ (2.7.1)

b) sudarea SF: $V_s = 45 \text{ cm/min}$ (2.7.2)

2.8. Alegerea materialelor de adaos și stabilirea parametrilor electrici de sudare

Țevile pentru conducte magistrale sunt confecționate, uzual, din oțeluri nealiate sau aliate. În ambele cazuri materialele de adaos trebuie să aibă compoziție chimică asemănătoare materialului de bază, ușor mai aliate cu elementele care ard și se vaporizează la temperaturi scăzute. Se propun așadar, următoarele materiale de adaos:

A. trecerea de rădăcină WIG, în ambele cazuri:

a) material de adaos: G3Si1, conform SR EN 440;

- b) gaz de protecție: I1 (Ar 100%), conform SR EN 439;
c) electrodul de wolfram conform tabelului 2.8.1.

Tabel 2.8.1 Electrozi de wolfram

Codificarea	Compoziție chimică				Culoarea marcajului i
	Adaos de oxid		Impurităț i, %	Wolfram , %	
	%	Natura			
WP (pur)	-	-	≤ 0.20	99.8	Verde
WT4	0.35-0.55	ThO ₂	≤ 0.20	rest	Albastru
WT10	0.80-1.20	ThO ₂	≤ 0.20	rest	Galben
WT20	1.70-2.20	ThO ₂	≤ 0.20	rest	Roșu
WT30	2.80-3.20	ThO ₂	≤ 0.20	rest	Violet
WT40	3.80-4.20	ThO ₂	≤ 0.20	rest	Portocaliu
WZ3	0.15-0.50	ZrO ₂	≤ 0.20	rest	Brun
Wz8	0.70-0.90	ZrO ₂	≤ 0.20	rest	Alb
WL10	0.90-1.20	LaO ₂	≤ 0.20	rest	Negru
WC20	1.80-2.20	CeO ₂	≤ 0.20	rest	Gri

B. trecerile de umplere SF, în ambele cazuri:

- a) Influențele elementelor care se găsesc în sârmă

Tabel 2.8.2 Influențele elementelor care se găsesc în sârmă

Elementul	Concentrație, %	Efectul elementului
Carbon	0,05-0,25	Duritate, rezistență la rupere
Siliciu	0,05-0,45	Dezoxidare
Mangan	0,5-3,0	Duritate, rezistență la rupere
Molibden	0,5-1,0	Plasticitate, tenacitate, rezistență la temperaturi înalte
Crom	1,0-2,9	Rezistență la cald, duritate
Aluminiu	Urme	Dezoxidare
Cupru	Urme	Protecție superficială
Nichel	1,0-2,0	Tenacitate la temperaturi scăzute
Vanadiu	Urme	Granulație fină
Titan	Urme	Granulație fină

- b) Cuplul sârmă-flux: AS 48 – AS 461

Parametrii de sudare electrici, curentul de sudare și tensiunea arcului, determină împreună cu viteza de sudare cantitatea de căldură introdusă în piesă. În același timp, cei doi parametri electrici determină și puterea de topire a arcului, deci, implicit, viteza de topire a sârmei. Dacă în cazul sudării WIG sârma de adaos are diametrul uzual de 0,8 mm sau 1,0 mm, în cazul sudării SF diametrul sârmei electrod este de cel puțin 3,2 mm. Din acest motiv puterea arcului SF trebuie să fie sensibil mai mare decât cea a arcului WIG. Se propune în acest caz:

A. trecerea de rădăcină WIG, în ambele cazuri:

a) sudare în curent continuu;

b) Tabel 2.8.3 Polaritatea recomandată:

Material de bază	Tip curent	Observații
Oțeluri	c.c. -	
Cu și aliajele sale		
Ni și aliajele sale		
Ti și aliajele sale		
Zr		
Ta		
W		
Al și aliajele sale	c.a. sau c.c. + ^{*)}	c.c. cu He drept gaz de protecție
Mg și aliajele sale	c.a.	
^{*)} Sudarea în c.c.+ nu este recomandată datorită solicitării termice intense a electrodului nefuzibil		

c) parametrii electrici de sudare:

$I_s = 30...300A$. Se alege $I_s = 240 \pm 5A$

(2.8.4)

Diametru electrod [mm]	Curent de sudare [A]			
	c.a.		c.c. -	c.c. +
	WP	WT	WT	WT
1.0	15-50	15-70	10-75	-
1.6	45-90	60-125	65-150	10-20
2.5	80-140	120-210	170-250	17-30
3.2	150-190	150-250	225-330	20-35
4.0	180-260	240-330	350-480	35-50

5.0	240-350	330-460	500-675	50-70
6.3	300-450	430-570	650-950	65-100

$$U_a(V) = 10 + 0,04 \cdot I_s = 19,6 \pm 1V \quad (2.8.5)$$

B. trecerile de umplere SF, în ambele cazuri:

- a) sudare în curent continuu, polul + la electrod;
- b) curentul de sudare: 450 A;
- c) tensiunea arcului: 43 V.

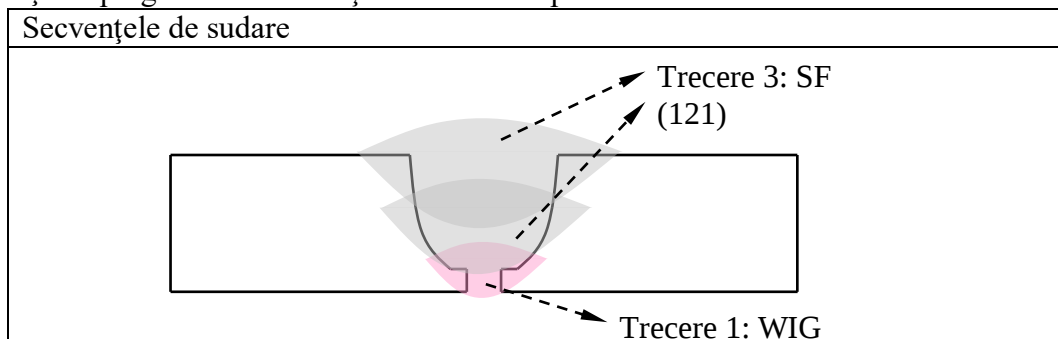
2.9. Întocmirea specificațiilor de sudare

Parametrii de sudare stabiliți prin alegere directă sau prin calcul vor fi cuprinși într-un document care descrie procedura în care se va realiza sudarea îmbinării respective. Acest document poartă numele de „specificatie a procedurii de sudare” și conține atât parametrii de sudare cât și informații cu privire la la caracteristicile materialului de bază, informații cu privire la eventualele tratament termice necesare a fi aplicate și nu în ultimul rând informații cu privire la executantul și verificatorul sudurii respective.

SPECIFICAȚIA PRELIMINARĂ A PROCEDURII DE SUDARE (pWPS)

Loc:	DrTrSeverin	Examinator/organism de verificare: UCV
Nr. WPAR:	1	Rost pregătit mecanic
Nr. de referință.:	1	Metoda de pregătire și curățire:
		- curățare cu peria de sârmă
Producător:	UCV	
Nume sudor:	-	Specificația MB: S235J2G3
		Grosime MB [mm]: 10
Procedeu sudare:	121, 141	
Tip îmbinare:	cap la cap	Poziția de sudare: PA

Schița de pregătire a rostului și ordinea de depunere a straturilor:



Detalii de sudare:

Trecere	Procedeu	Diametru Sârmă [mm]	Curent de sudare [A]	Tensiune arc [V]	Tip curent / Polaritate	Viteză de avans sârmă [m/min]	Viteză sudare [cm/min]	Energie liniară [J/cm]
1	141	0,8	240	19	Cc+	4	30	-
2, 3	121	3,2	450	43	Cc+	9	45	-

Clasificarea MA:

- Nume comercial: **Filcord C, AS48**
- Tip: **sârmă plină**
- Producător: **Ductil s.a. Buzău**
- Suport la rădăcină: -
- Gaz de protecție: -

Alte informații:

- Pendulare: frecvență
 amplitudine
- Sudare în curent pulsat: -
- Lungime capăt liber: **20 mm**
- Unghi cap de sudare: **0**
- Tip arc de sudare: -

Tratamente termice

- Temperatura de preîncălzire: -
- Temperatura între straturi: -
- Tratatament termic posterior: -

Producător:

M. Chiriță

Examinator sau organism de verificare

G. Mihai

SPECIFICAȚIA PRELIMINARĂ A PROCEDURII DE SUDARE (pWPS)

Loc:

DrTrSeverin

Examinator/organism de verificare: **UCV**

Nr. WPAR:

1

Rost pregătit mecanic

Nr. de referință.: **1** Metoda de pregătire și curățire:
- curățare cu peria de sârmă

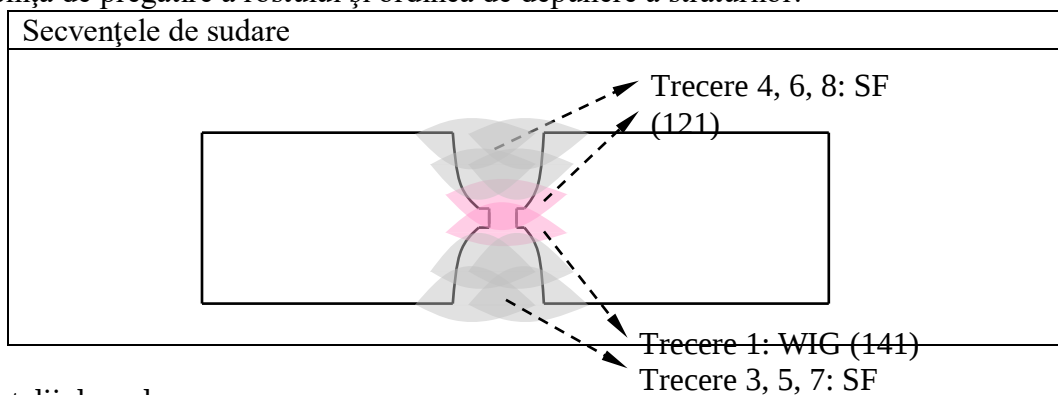
Producător: **UCV**

Nume sudor: **-** Specificația MB: **S235J2G3**
Grosime MB [mm]: **10**

Procedeu sudare: **121, 141**

Tip îmbinare: **cap la cap** Poziția de sudare: **PA**

Schița de pregătire a rostului și ordinea de depunere a straturilor:



Detalii de sudare:

Trecere	Procedeu	Diametru Sârmă [mm]	Curent de sudare [A]	Tensiune arc [V]	Tip curent / Polaritate	Viteză de avans sârmă [m/min]	Viteză sudare [cm/min]	Energie liniară [J/cm]
1, 2	141	0,8	240	19	Cc+	4	30	-
3...8	121	3,2	450	43	Cc+	9	45	-

Clasificarea MA:

- Nume comercial: **Filcord C, AS48**

- Tip: **sârmă plină**

- Producător: **Ductil s.a. Buzău**

Suport la rădăcină: **-**

Gaz de protecție: **-**

Alte informații:

- Pendulare: **frecvență**
amplitudine

- Sudare în curent pulsat: **-**

- Lungime capăt liber: **20 mm**

- Unghi cap de sudare: **0**

- Tip arc de sudare: **-**

Tratamente termice

- Temperatura de preîncălzire: **-**

- Temperatura între straturi: **-**

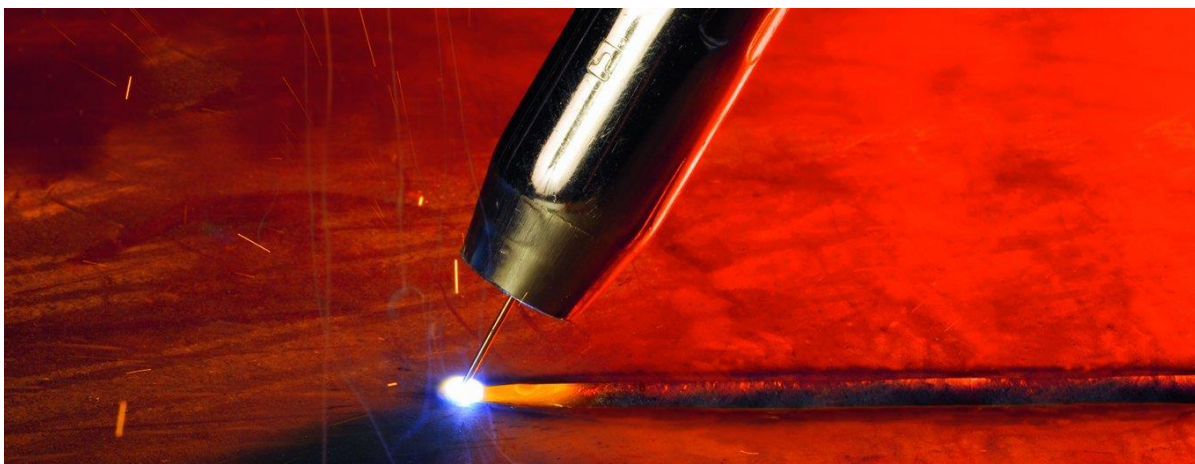
- Tratament termic posterior: **-**

Producător:
M. Chiriță

Examinator sau organism de verificare:
G. Mihai

CAPITOLUL 3. Procedee de sudare

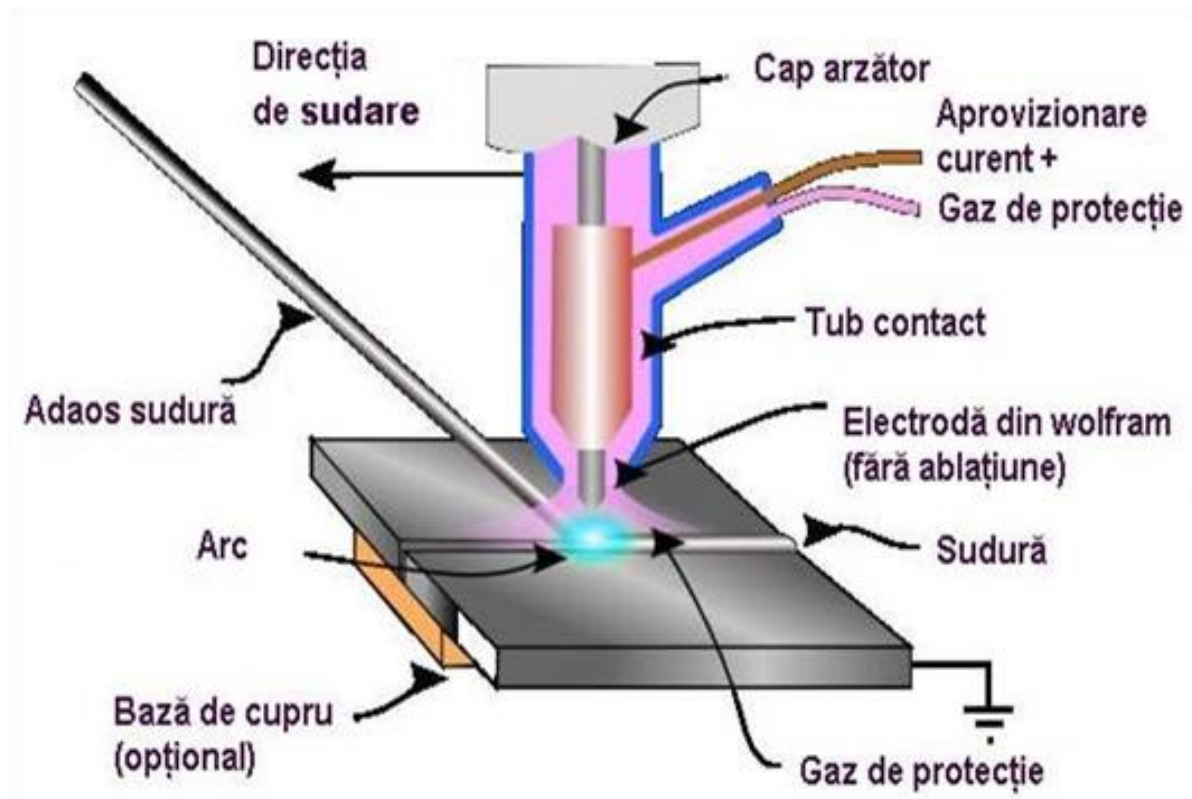
3.1. MIG-MAG



Este o îmbunătățire a procesului de sudare SEI. Cu toate că procesul de sudare este asemănător, totuși, aparatele de sudare precum și pistolul de sudare se deosebesc semnificativ. Diferența majoră o constă introducerea de gaz protector la locul sudării, care înlocuiește învelișul electrodului. Gazul protector, cum reiese și din denumirea lui, are rolul de a proteja zona de sudare efectivă (arcul electric și baia metalică). Deoarece majoritatea metalelor reacționează cu aerul formându-se oxizi, care deteriorează grav caracteristicile mecanice ale îmbinării, este necesar ca în imediata vecinătate a procesului de sudare să nu fie aer. Acest lucru se realizează prin intermediul gazului protector. Acest gaz poate fi de două tipuri, MIG (Metal Inert Gas) sau MAG (Metal Activ Gas). Gazele inerte, de exemplu argonul, heliul sau amestecuri ale lor se folosesc la sudarea metalelor și aliajelor reactive cum sunt cuprul, aluminiul, titanul sau magneziul. Gazele active se folosesc la sudarea oțelurilor obișnuite, de construcții sau înalt aliate. În cazul proceselor de sudare MIG/MAG, electrodul folosit este așa-numită sârmă de sudură. Aceasta este împinsă în baie de către un sistem de avans. În vecinătatea băii, înainte de contactul mecanic ea trece printr-o diuză de curent, de la care preia energia electrică a sursei de curent necesară creării arcului și topirii materialului. Diuza de curent este poziționată în interiorul diuzei de gaz. Astfel prin orificiul dintre cele două diuze va curge

gazul protector. Tensiunea aplicată arcului electric este cu mici excepții continuă, cu formă de undă staționară sau pulsată. Rata de depunere ajunge în aplicațiile industriale curente la 3 – 4 kg/h. O evoluție nouă a procedeului MIG-MAG este *Procedeul MIG/MAG Tandem* dezvoltat de firma CLOOS (Germania) care a introdus subprocedeul "MIG/MAG-TANDEM", ca pe o unealtă tehnologică de mare productivitate. Aceasta reprezintă o versiune flexibilă și performantă a procedeului de sudare MIG/MAG cu două arce, la care cele două sârme electrod sunt avansate pe direcții concurente, într-o baie topită comună. Pentru a permite un transfer dirijat, cu un grad de stropire cât mai redus, cele două surse de sudare sunt sincronizate electronic. În același timp parametrii celor două surse pot fi reglați individual, astfel că e posibil să se sudeze de exemplu cu două diametre de sârmă, sau chiar cu două procedee diferite (normal și pulsat). Ca rezultat se pot obține cusături sudate având o calitate deosebită, rate mari de depunere și în același timp o stropire redusă, toate acestea la viteze de sudare care ating frecvent 3~4 m/min. La sudarea tablelor subțiri (2–3 mm), procesul TANDEM poate asigura chiar viteze de până la 6 m/min. La sudarea tablelor medii/groase se pot obține cote ale îmbinărilor de colț de până la 8 mm, dintr-o singură trecere. Rata de depunere, de până la 26 kg/h face din acest procedeu o alternativă foarte avantajoasă la sudarea sub flux(UP).

3.2. WIG/TIG



Wolfram Inert Gas, sau sudarea cu electrod nefuzibil în mediu de gaz inert, este o altă variantă derivată din sudarea SEI. La acest procedeu arcul arde între un electrod de wolfram și piesa care se sudează (de unde și denumirea Wolfram Inert Gas). Acest electrod are doar rolul de electrod, și nu are un rol de material de adaos; ca atare se uzează foarte lent în comparație cu un electrod învelit. Prin procedeul WIG se realizează topirea celor două componente ce urmează a fi sudate. Eventual, în unele cazuri, este necesară folosirea unui material de adaos pentru a realiza o îmbinare cu geometrie și caracteristici mecanice mai bune. Avantajul procedurii WIG este că poate fi folosit la majoritatea materialelor sudabile (oțeluri carbon și aliate, aluminiu, cupru, nichel și aliajele acestora). În unele cazuri deosebite se folosește la sudarea materialelor cu afinitate mare la gaze ca titanul, tantalul și zirconiu. Pentru a suda astfel de materiale este nevoie de un mediu inert, în care nu poate pătrunde aer (de exemplu o atmosferă controlată de argon) sau duze de gaz protector cu design special.

3.3. Sudarea sub strat de flux



Este o metodă automatizată de sudare prin energie electrică, la care învelișul pulverulent existent pe suprafața electrodului este înlocuit cu o pulbere fină, denumită flux, ce se presară înainte de trecerea electrodului pe suprafața materialului.

La sudare sub strat de flux, arcul electric se formează între materialul de bază și cel de adaos, sub forma de sârmă electrod, sub un strat de flux granular. După solidificarea și răcirea metalului topit se obține cusătura.

Antrenarea sârmei electrod în zona de topire se face cu ajutorul unor role acționate de un motor electric. Fluxul se dispune într-un buncăr în apropierea sârmei electrod pe direcția de sudare. Procesul de sudare se poate realiza:

a) semiautomat - sârma se deplasează mecanic cu o viteză impusă de role de antrenare iar deplasarea de-a lungul rostului se face manual de către sudor. Procedul de sudare semiautomat se utilizează pentru cusături scurte, contururi curbe și spații inaccesibile pentru tractoarele de sudură.

b) automat - mișcarea sârmei și deplasarea de-a lungul rostului se realizează mecanic. Sudarea automată se folosește pentru cusături lungi, drepte sau circulare. Pentru realizarea cusăturilor circulare la corpurile tubulare, acestea execută o mișcare de rotație în timp ce corpul de sudare are o poziție fixă.

Procesul de sudare sub flux oferă o serie de avantaje:

- a) fluxul realizează o bună protecție față de acțiunea gazelor din mediul înconjurător și favorizează formarea unei cusături compacte și aspectuoase;
- b) se poate lucra cu densități mari de curent, ceea ce permite obținerea unei bune pătrunderi;
- c) viteza de topire mare, pierderi mici de căldură, productivitate mărită;
- d) cordoanele de sudură au un aspect estetic și caracteristici de rezistență bune;
- e) posibilitatea realizării unei game largi de îmbinări fără prelucrarea marginilor.
- f) pierderi prin stropi practic neglijabile și uscate.

În punctele de păstrare și distribuire de la secții și ateliere, fluxurile se vor păstra în buncăre metalice speciale, acoperite cu capace pentru a evita pătrunderea impurităților.

CAPITOLUL 4. Control nedestructiv

4.1. Control vizual

Orice tip de investigare trebuie să fie precedată de o examinare vizuală a suprafeței. Procedul este simplu, dar indispensabil. Examinarea vizuală presupune respectarea condițiilor de claritate satisfăcătoare a suprafețelor materialelor, echipamentelor și sudurilor luând în considerare caracteristicile și proprietățile acestora.

Pentru control vizual se folosesc diferite ustensile optice cum ar fi endoscop, lupe, lămpi etc. Prin control vizual sunt furnizate o serie de indicii legate de aspectul suprafeței metalului precum și estimarea unor defecte interne (recipiente metalice, butelii de gaze, conducte, tuburi etc). Odată cu controlul vizual se pot determina și dimensiunile defectelor de îmbinare, grosimile recipientului sudat, dimensiunile cordonului sudat etc.

4.2. Examinare cu raze X



Generator de raze X

Examinarea cu raze X constă în bombardarea piesei supuse controlului cu radiații X, obținându-se pe filmul radiografic imaginea structurii macroscopice interne a piesei.

Generatoarele de raze X, în funcție de energia ce o furnizează și de domeniul lor de utilizare pot fi:

a) generatoare de energii mici (tensiuni < 300 kV), pentru controlul pieselor din oțel de grosime mică (< 70 mm),

- b) generatoare de energii medii (tensiuni de 300...400 kV), pentru controlul pieselor din oțel de grosime mijlocie (100...125 mm)
- c) generatoare de energii mari (tensiuni de peste 1...2 MV și betatroane de 15...30 MV), pentru controlul pieselor din oțel de grosime mare (200...300 mm).

4.3. Ultrasunete



Aparat cu ultrasunete

Metoda este bazată pe undele mecanice (ultrasunete) generate de un element piezo-magnetic excitat la o frecvență cuprinsă de regulă între 2 și 5 MHz. Controlul presupune transmiterea, reflexia, absorbția unei unde ultrasonore ce se propagă în piesa de controlat. Fasciculul de unde emis se reflectă în interiorul piesei și pe defecte, după care revine către defectoscop ce poate fi în același timp emițător și receptor. Poziționarea defectului se face prin interpretarea semnalelor.

Metoda prezintă avantajul de a găsi defectele în profunzime datorită unei rezoluții ridicate, însă este lentă datorită necesității de scanare multiplă a piesei. Uneori este necesară executarea controlului pe mai multe suprafețe ale piesei. Metoda de control prin ultrasunete este foarte sensibilă la detectarea defectelor netede.

CAPITOLUL 5.

Defecte

Prin defect se înțelege orice abatere de la prescripțiile de calitate ale documentației de execuție a unui produs , cu referire la continuitate, formă, dimensiuni, aspect, structură.

Defectele îmbinărilor sudate prin topire pot fi :

- a) defecte interne;
- b) defecte de formă și suprafață.

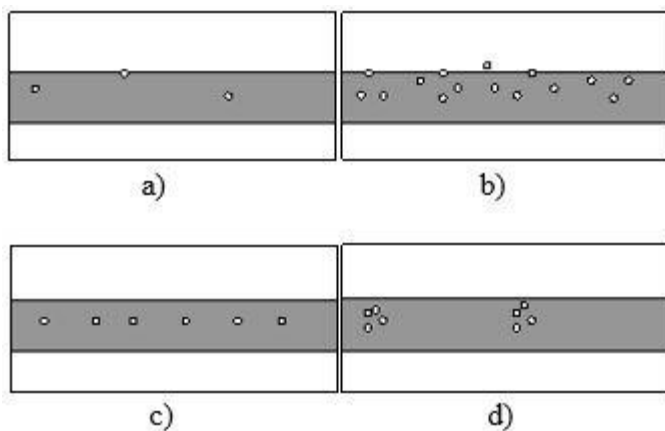
5.1. Defecte interne

Golurile (pori și sufluri) - reprezintă cavități umplute cu gaze în materialul depus. După formă pot fi:

- a) sferoidale;
- b) tubulare.

După modul de distribuție pot fi:

- a) izolate;
- b) uniform repartizate;
- c) aliniate;
- d) grupate.

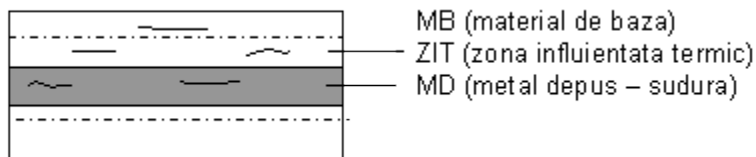


Cauze:

- a) umiditatea materialului de adaos ;
- b) material de adaos ruginit ;
- c) material de baza umed ;
- d) curățare necorespunzătoare a muchilor rostului ;
- e) sudare în condiții atmosferice necorespunzătoare ;
- f) utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare (arc lung);
- g) debit de gaz protector prea scăzut sau prea ridicat ;
- h) unghiul de înclinare a pistolului față de piesa necorespunzător .
- i) forma rostului necorespunzătoare ;
- j) adâncituri pe suprafața rostului care pot colecta zgura;
- k) curățarea incorectă a zgurei între straturi ;
- l) mânguirea incorectă a electrodului sau pistolului ;
- m) temperatura prea scăzută a materialului de baza
- n) așezarea incorectă a rândurilor și straturilor.

Remedieri : crăițuire sau polizare și resudare.

Fisura - reprezintă discontinuitatea care se produce fie în timpul răcirii (fisură la cald), fie ulterior acesteia (fisură la rece). Ea poate să apară în sudură, ZIT, sau MB.

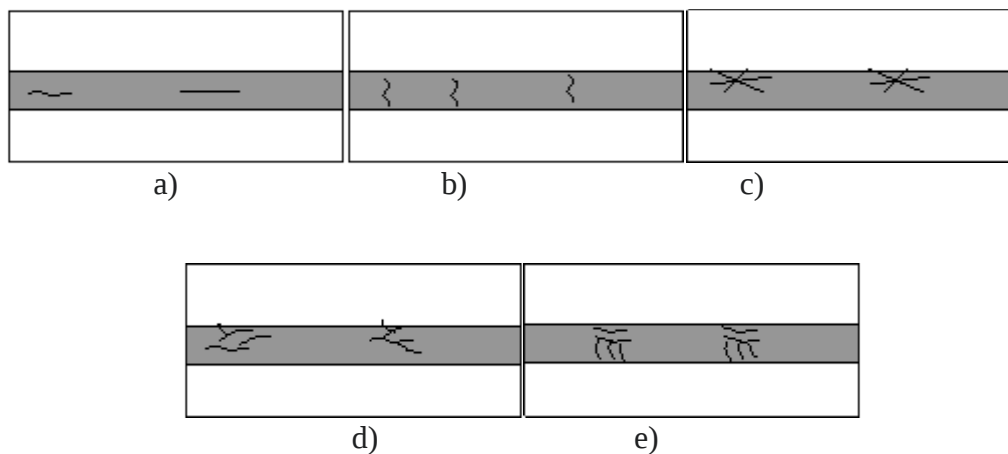


Clasificarea fisurilor:

- a) fisură longitudinală - este fisura a carei direcție principală este aproximativ paralelă cu axa sudurii;
- b) fisură transversală - este fisura a carei direcție principală este aproximativ perpendiculară pe axa sudurii;
- c) fisură stelată - reprezintă un grup de fisuri amorstate într-un singur punct având ramuri drepte, mai mult sau mai puțin egale;

d) fisură ramificată - reprezintă grupuri de fisuri legate între ele ce se prezintă în forma arborescentă;

e) fisură în rețea - grup de fisuri de forme și orientări variabile.



Cauze:

- a) alegerea unui material de adaos necorespunzător respectivului material de bază;
- b) material de bază cu o comportare nesatisfăcătoare la sudare, sau cu defecte de fabricație;
- c) sudarea la temperaturi scăzute fără preîncălzire;
- d) utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare: viteză mare de răcire, energie liniară mică;
- e) utilizarea unor dispozitive rigide care împiedică deformațiile.

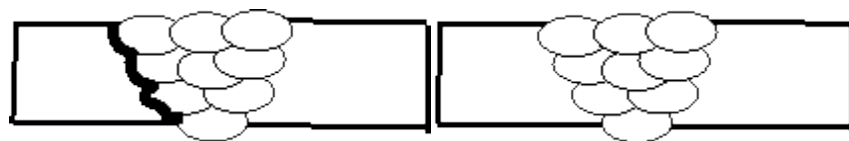
Remedieri:

- a) limitarea fisurii prin găurire de o parte și de alta a acesteia;
- b) crăițuire sau polizare;
- c) resudare.

Lipsa de topire - reprezintă lipsa de legătură dintre metalul depus și metalul de bază, sau dintre straturile successive ale metalului depus. Poate fi:

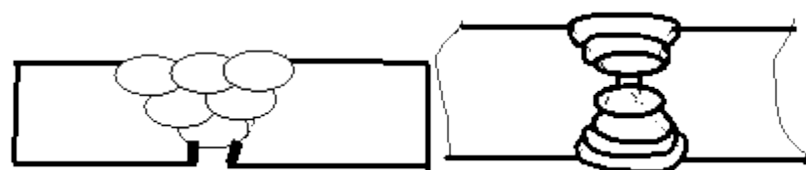
- a) laterală
- b) între straturi
- c) la rădăcină

d) absența materialului de adaos dintr-o anumită zonă a cusăturii.



a)

b)



c)

d)

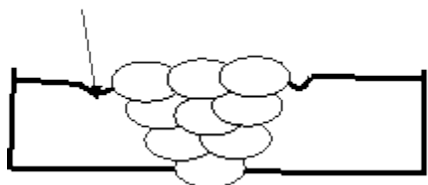
Cauze (ale lipsei de topire sau de patrundere):

- a) forma rostului necorespunzătoare (deschiderea sau unghiul rostului mici)
- b) regim de sudare necorespunzător (intensitatea curentului prea mică, viteza de sudare prea mare);
- c) diametrul electrodului prea mare (la sudarea rădăcinii);
- d) așezarea incorectă a sârmei față de axa cusăturii (arcul atacă numai un flanc).
- e) așezarea incorectă a rândurilor și straturilor
- f) crăițuirea rădăcinii cusăturii pe o adâncime prea mică

Remedieri: crăițuire sau polizare și resudare.

5.2. Defecte de formă și suprafață

Crestătura - este o adâncitura dispusă longitudinal de-a lungul cusăturii sau între rânduri, fiind cauzată de topirea excesivă a marginii rostului. Crestătura poate fi continuă sau intermitentă, localizată mai ales la suprafață.



Cauze:

- a) utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare: curent sau tensiune prea mare , arc prea lung , viteza de sudare prea mare;
- b) depunerea unui număr insuficient de straturi;
- c) așezarea incorectă a rândurilor de sudură.

Remedieri: crăițuire sau polizare și resudare.

Îngroșarea excesivă (supraînălțarea) - reprezintă un exces de metal depus la ultima trecere. Excesul de pătrundere constă într-un plus de metal la rădăcina îmbinării, produs de scurgerea metalului prin rost.

Cauze:

- a) curent de sudare excesiv;
- b) utilizarea unui electrod sau a unei sârme prea subțiri;
- c) viteza de avans insuficientă;
- d) rost cu lățime exagerată.

Remedieri: șlefuire sau polizare.

CAPITOLUL 6. Protecția muncii

Înainte de începerea oricărei activități, orice întreprindere înștiințează personalul cu privire la sănătatea și securitatea în muncă. După cum urmează:

Art. 83. - (1). Îmbrăcămintea sudorilor care efectuează lucrări de sudare cu arc sub protecție de gaze și a ajutoarelor acestora va fi deosebită de costumul sudorului care execută lucrări de sudare cu arc electric, astfel hainele de protecție vor îndeplini următoarele condiții:

- vor fi confecționate din material dens, tratat ignifug și căptușit;
- nu vor avea buzunare, pentru a nu permite strecurarea particulelor incandescente înăuntrul lor;
- se vor încheia cu nasturi, de preferință prin spate și vor fi croite până sus pe gât;
- pentru sudarea cu arc WIG șorturile din piele utilizate de sudori vor fi purtate peste haina de lucru (STAS 1784-87);

(2) Pentru protecția ochilor și a feței împotriva radiațiilor și stropilor de metal topit, la sudarea cu arc și electrozi înveliți, sudorii vor folosi mască specială cu cască prevăzută cu filtru de lumină;

(3) Alegerea sticlei filtrante pentru protecția ochilor se face în funcție de gazul protector folosit (argon, heliu, hidrogen, bioxid de carbon) și de circuitul de sudare în așa fel încât radiațiile ultraviolete și infraroșii să fie absorbite.

Art. 84. - (1) În cazul sudării cu arc MIG și MAG, din cauza curentului de sudare de valoare mare utilizat, a radiațiilor puternice și a căldurii degajate, se vor lua măsuri deosebite:

- se vor purta veste speciale de piele cu mâneci sau sorturi cu mâneci și placă detașabile, din piele, încheiate până sus pe gât;
- când părțile interioare ale corpului sunt și ele expuse radiațiilor puternice ultraviolete și infraroșii, cum se întâmplă când se sudează ghemuit, în spații mici sau alte situații se vor purta pantaloni din piele sau șorturi speciale;

(2) Măinile și antebrațele se vor proteja de arsurile provocate de stropii de metal incandescent, ca și de cele provocate de radiațiile ultraviolete, prin mănuși de piele speciale cu manșete lungi (STAS 1783-84);

(3) Arsurile la picioare, provocate de stropi sau curgeri de metal topit, vor fi evitate prin purtarea de încălțăminte (STAS 11276-89 și STAS 2259-80);

(4) Pentru prevenirea zdrobirii degetelor sau a labei piciorului, prin căderea sau alunecarea pieselor grele de pe masa de sudură, încălțăminte sudorului va fi de securitate (cu bombeu întărit);

(5) Încălțăminte sudorilor care lucrează cu arc electric protejat în mediu de gaz va fi electroizolantă.

(6) În cazul în care ventilația locală nu este suficientă și nici nu poate fi îmbunătățită, când se sudează prin procedee MIG, cupru, aluminiu, magneziu și aliajele lor, sau când există pericolul degajării de vapori foarte toxici de plumb, cadmiu, sau beriliu se va utiliza un aparat respirator cu aducție de aer sau independent (cu butelie).

Art. 85. - La sudarea metalelor neferoase și a aliajelor lor se va lua în considerare protejarea sudorilor și a personalului auxiliar care lucrează în aceeași încăpere. În cazul lucrărilor cu aliaje care conțin beriliu și cadmiu, chiar dacă se lucrează în aer liber, protecția căilor respiratorii este obligatorie.

Art. 86. - (1) Înainte de începerea lucrului, suprafețele metalului ce urmează a fi sudat vor fi bine curățate, pentru a reduce degajările de fum și gaze și pentru a asigura condiții bune de lucru. Îndepărtarea prafului, grăsimilor și a stratului de vopsea se va face folosind substanțe adecvate. Curățirea nu va fi înlocuită prin reglarea unui jet mai puternic de gaze. Pieseile vor fi uscate, fără urmă de tricloretilenă, pentru a se evita formarea de fosgen (gaz extrem de toxic) în timpul sudării;

(2) La sudarea metalelor neferoase nu se admite în nici un caz, degresarea suprafețelor cu tricloretilenă și dicloretilenă.

Art. 87. - (1) Este interzis să se utilizeze substanțe pentru degresare (benzină, tricloretilenă) în încăperi în care se sudează;

(2) Dacă acest lucru este absolut necesar se vor lua măsuri care să preîntâmpine pericolul de incendiu.

Art. 88. - La sudarea manuală cu electrozi cu conținut de thoriu vor fi respectate normele și prevederile în vigoare cu privire la lucrul cu substanțe radioactive și alte surse de radiații ionizante.

Art. 89. - Pentru evitarea pericolului datorat gazului de protecție, (asfixie prin înlocuirea aerului sau diluarea oxigenului) se vor controla zilnic robinetele și jonctunile buteliilor (controlul etanșeității), iar în cazul lucrului pe schimburi, acesta se va face de două ori pe schimb, la începutul sau după pauza de masă și în cazul întreruperii totale a lucrului.

Art. 90. - Pentru evitarea degajărilor toxice datorate straturilor de acoperire, se vor curăța perfect piesele de sudat pe o lățime de 10-15 cm de aceste straturi (exemplu: răzuire, sablare, periere, degresare etc.).

Art. 91. - Atât la sudarea în mediu de gaz protector cât și la cea cu plasmă, pentru prevenirea degajării de gaze toxice se va face curățarea straturilor de acoperire, se vor controla atent piesele de sudat, dacă sunt perfect uscate și nu conțin urme de degresant.

Art. 92. - În cazul preîncălzirii generale sau locale a pieselor, se va asigura protecția sudorului contra arsurilor. La sudarea pieselor cu gabarit mare, când sudorul se află pe piesă sau în interiorul acesteia se va utiliza o platformă care să izoleze sudorul contra temperaturii ridicate a metalului încălzit.

Art. 93. - Este interzis a se depozita în atelierul de sudură recipiente ce conțin degresanți halogenați. Este interzisă sudarea în încăperile în care sunt depozitate recipiente cu degresanți halogenați.

Art. 94. - Amplasarea recipientelor butelie cu heliu și argon, în apropierea locurilor în care se sudează este interzisă până la o distanță de cel puțin 5 m.

Art. 95. - Echipamentele de sudare utilizate în mediu de gaz protector și la tăierea cu plasmă vor respecta condițiile impuse în prescripțiile de electrosecuritate.

Art. 96. - (1) Instalația pentru sudare și scutul de protecție vor fi îngrijite cu atenție, ele fiind expuse unor temperaturi ridicate în timpul lucrului. Nu se admite începerea lucrului dacă se constată spărturi, fisuri sau alte deteriorări ale instalației;

(2) Toate elementele sistemului de semnalizare vizuală sau sonoră, a instalațiilor de sudare în mediu protector de gaz sau de tăiere cu plasma vor fi în perfectă stare, fiind interzisă exploatarea instalației cu defecțiuni.

Art. 97. - Alimentarea cu gaz protector, la sudarea cu electrozi cu conținut de toriu, va fi întreruptă numai după răcirea capătului electrodului.

Art. 98. - La sudarea în mediu protector cu argon se vor respecta cu strictete distanțele minime dintre electrodul de wolfram și piesă, în caz contrar se produce arderea rapidă a electrodului cu degajări de gaze nocive și radiații deosebit de puternice.

Art. 99. - Atingerea sau lăsarea din mână a echipamentului pentru sudare folosit la sudarea în mediu protector de argon, atât timp cât acesta se afla sub tensiunea de mers în gol, este interzisă. Întreruperea automată a circuitului are loc câteva secunde de la stingerea arcului electric. Instalația va semnaliza întreaga perioadă de timp în care se află sub tensiunea de mers în gol.

Art. 100. - După pornirea instalației nu se permite accesul la părțile componente ale acesteia.

Art. 101. - La sudarea în mediu protector de argon și tăierea cu plasmă, furtunul de alimentare cu apă de răcire a echipamentului pentru sudare va fi etanș și bine racordat. Ieșirea apei din capul pentru sudare va fi controlabilă iar în cazul opririi apei de răcire, se va întrerupe imediat sudarea/tăierea și se va remedia defecțiunea.

Art. 102. - Pentru instalația de încălzire electrică a gazului se vor folosi tensiuni de maxim 24 V. Pentru prevenirea arsurilor, instalația va fi prevăzută cu apărători. Nu se admit modificări, descompletări sau improvizații.

Concluzii

În vederea realizării unor corelații eficiente între timp, parte financiară și resurse umane, pentru a da un randament cât mai bun, se constată următoarele:

- Materialele folosite pentru realizarea țevelor ce urmează a fi utilizate în construcția conductelor magistrale sunt alese funcție de zona de amplasare – atât din punct de vedere al formei solului, cât și din punct de vedere al temperaturii din diferite zone, tipul produsului vehiculat, plus alți factori externi (presiune, diferențele de temperatură de la o parte a zilei la alta, etc). Oțelul;
- Proiectarea corectă a tehnologiei de realizare a țevelor, ținându-se cont de zona de destinația finală. Sudarea elicoidală se aplică la toate țevele ce urmează a fi folosite în construcția conductelor magistrale, datorită caracteristicilor acestora de a prelua din forțe. Fiecare tip de țeavă va avea o tehlogie diferită față de celelaltă, când facem referire la ceilalți parametri (alegerea rostului, numărul de treceri, etc.), funcție de grosimea acesteia;
- Alegerea metodei ideale pentru realizarea îmbinării sudate. Sudarea WIG se va folosi pentru rădăcina sudurii. Sudarea sub strat de flux se va folosi pentru straturile de umplere a rostului, iar sudarea MAG este ideală pentru montarea conductelor magistrale;
- Cel mai eficiente control nedestructiv este cel cu ultrasunete, datorită eficienței, gradului de risc la care se expun operatorii și nu în ultimul rând, complexității de aplicare a acestuia;
- În Capitolul 5 sunt precizate posibilele defecte ce pot apărea și metodele de remediere ale astora;
- Sănătatea și securitatea în muncă reprezintă cheia succesului într-o întreprindere prosperă.

Bibliografie

- [1]. <http://old.unitbv.ro/Portals/31/Sustineri%20de%20doctorat/Rezumate2014/MaziluRadu.pdf>
- [2]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:GTAW.svg>
- [3]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sudare>
- [4]. Baum, L., Fichter, V – Der Schutzgasschweisser, Teil II: MIG/MAG-Schweissen, DVS Verlag, Dusseldorf, 1999
- [5]. Burcă, M., Negoîtescu, S. – Sudarea MIG/MAG, Editura Sudura, Timișoara, 2002
- [6]. Mitelea, I., Budău, V. – Materiale și tratamente termice pentru sudare, Editura de Vest, Timișoara, 1992
- [7]. Savu, D. – Sudarea cu arcul electric, Ed. Universitaria, Craiova, 2007
- [8]. Sălăgean, T. – Sudarea cu arcul electric, Editura facla, București, 1977
- [9]. https://tcontrol.ro/?gclid=Cj0KCQjw7ZL6BRCmARIsAH6XFDIfiqvYDePj_r7gWc6KOblTljYhgiGzJ6FWtWrRC2a1BcNNnKjKukUaAot8EALw_wcB