

Tema Proiect

Sudarea in mediu de bioxid de carbon (CO₂)

Memoriu Justificativ

Generalitati

Sudarea in mediu de bioxid de carbon este un procedeu generat din procedeu de sudare in atmosfera protectoare cu electrod fuzibil . Fata de acesta are avantajul unui cost mai redus al sudurii si a unei productivitati si penetratii mari. Costul mai redus rezulta din pretul mai mic al bioxidului de carbon fata de cel al gazelor inerte.

Productivitatea si penetratia mari sunt asigurate de densitatile de curent mari utilizate. Datorita concentratiei mari a energiei calorice in timpul sudurii , zona influentata termic , deformatiile si tensiunile datorita sudurii , sunt reduse.

Posibilitatea lucrarilor in orice pozitie , vizibilitate buna datorita lipsei de zgura , mobilitatea mare si reducerea operatiilor greoaie de curatire a sudurii fac ca acest procedeu sa fie uneori preferat sudurii sub strat de flux . Tot un avantaj mai este acela ca exigenta fata de pregatirea marginilor , datorita vizibilitatii si posibilitatii de dirijare a baii de metal topit in timpul sudurii , este mai mic.

Penetratia mare asigura obtinerea unei cusaturii cap la cap la table de 10-12 mm , fara pregatirea rostului , iar la table de grosimi mai mari pregatirea se simplifica. Participarea metalului de baza in cusatura este de aproximativ 70% , astfel incat consumul specific de sarma este relativ scazut.

O atmosfera oxidanta cum este cazul in mediu de CO₂ , favorizeaza un transfer de metal in stropi fini si continuu , presupune existenta unor dezoxidanti mai activi decat fierul .

Sarma de sudura S10MS si S12MS (STAS 1126-61) elaboreaza pentru sudarea in mediu de gaz CO₂ a otelurilor carbon si slab aliate , calmate si necalmate cu carbonu sub 0.25% folosesc ca elemente dezoxidante magneziu si siliciu a caror suma este in jur de 2% . Sudarea in mediu CO₂ se aplica la otelurile carbon si la otelurile slab aliate cu continut redus sau mediu de carbon ; in mai mica masura , procesul se aplica la otelurile mai bogat aliate.

Calitatea de stropi se reduce daca se lucreaza cu un regim potrivit si un arc scurt in asa fel incat flancurile baii de sudura sa formeze paravane pentru stropi

Avantajele procedurii de sudare in mediu de CO₂ sunt :

- productivitate mai mare decat la sudarea cu gaze inerte
- sensibilitate mica la rugina
- posibilitate de urmarire a sudurii
- economic
- putere ridicata de topire
- deformatii reduse dupa sudare

Dezavantajele procedurii de sudare in mediu de CO₂ sunt :

- aspectul nu este totdeauna placut
- coeficientul de stropire ridicat
- pierderi de metal prin stropi
- se descompune in CO + O si rezulta pori

- bioxidul de carbon trebuie sa aibe o puritate de 95%.

Regimu de sudare

Regimul de sudare influenteaza mult calitatea si dorma cusaturii.

Un regim corect trebuie stabilit prin incercari de sudare in conditiile lucrarii.

Curentul de sudare se alege in functie de grosimea sarmei si de pozitia de sudare. Densitatea de curent cu care se lucreaza este cuprinsa intre 100-120 A/mm², arcul se mentine stabil si topirea sarmei are un caracter de jet. In tabel sunt date valorile orientative pentru curentul de sudare si viteza de inaintare a sarmei, functie de diametrul sarmei.

Valorile orientative pentru curentul de sudare in inaintarea sarmei

Diametrul sarmei in mm	Curentul de sudare	Viteza de inaintare in cm/min
0.8	80-110	2.5-7
1.2	110-200	1.8-6
1.6	150-300	0.8 – 5
2	300-600	0.8 -3.5

Latimea cusaturii este direct proportionala cu viteza de sudare. La sudarea in mediu de CO₂, de obicei se limiteaza tensiunea la 40 V, iar viteza de sudare, functie de grosimea metalului si felul de pregatire sunt cuprinse intre 16-35 m/h.

Pentru sudarea in mediu CO₂, sarma electrod se leaga la polul pozitiv al unei surse de curent continuu. Sursele de curent folosite au o caracteristica curent-tensiune rigida, care asigura o stabilitate buna a arcului la densitati mari de curent si permit renuntarea la reglatoarele automate ale lungimii arcului. Astfel, coeficientu de topire este constant.

Penetratia creste cu cresterea coeficientului de topire a sarmei si cu micșorarea distantei intre duza de contact si piesa. Aceasta distanta in mod normal este de circa 15 mm. Debitul de gaz CO₂ este cuprins normal intre 10 – 15 l/min; o marime a debitului peste aceasta valoare imbunatateste calitatea cusaturii, in timp ce o reducere sub aceste valori determina cusaturii poroase.

Acoperirea corecta a barii de sudura si a zonei invecinate depinde in mare masura de pozitia corecta a pistolului. Pistolul trebuie sa faca cu sensul de sudare un unghi de circa 85°. Unghiul va fi mai mic la viteze mai mari de sudare si invers.

Pentru asigurarea unei vizibilitati bune sensul de sudare este spre stanga.

Pregatirea in vederea sudarii

Tablele cu grosimi sub 10-12 mm, nu se prelucreaza in vederea sudarii, cele de 2-8 mm se sudeaza dintr-o singra parte cu un rost pana la un sfert din grosimea tablei, iar cele de 8-12 mm grosime din ambele parti cu un rost cuprins intre 1,5-2 mm. La rosturi mai mari de 1,5 mm, se pot

folosi suporturi de cupru sau pat de flux de 60 grade. Daca inaltimea rostului este mai mare unghiul este de 60 grade iar intru inaltime de 1-2 mm unghiul este de 30°.

Dupa sistemul de prelucrare cu unghiul de rost 60°; tablele de grosimi intre 12-20 mm se pregatesc in 'X' cu inaltimea rostului de 4-5 mm si rostu de 1,2 mm ,iar pana la grosimea de 20 mm se pregatesc in 'V' si se completeaza radacina iar cele de grosimi intre 18-30 mm in 'X'

Sudarea in mediu de gaz protector (MAG CO2)

La sudare in mediu de gaz protector CO2 arcul electric se formeaza intre piesa si sarma de adaos peste care se sufla bioxid de carbon ca gaz protector.

Sarma de adaos este impinsa in zona arcului electric pe masura topirii acestuia cu ajutorul unui mecanism ce apartine aparatului de sudare.

Capul de surare se deplaseaza in lungul rostului pt a forma cusatura. deplasarea se efectueaza manual sau mecanic sau automat.

La sudarea cu electrozi neinveliti metalul topit nu este protejat de aerul din mediu inconjurator astfel ca hidrogenul si azotul patrund in metalul topit si la solidificare raman in incluse determinand proprietatile mecanice necorespunzatoare. Baia de sudura trebuie ferita de actiunile oxigenului si a azotului din atmosfera , deoarece combinatia acestor gaze cu metalul de baza reduc sensibil caracteristicile sudurii.

La sudarea in atmosfera de gaze protectoare se obtine o protectie foarte buna a baii si a materialului incalzit printr-un suvoi de gaze protectoare , care acopera arcul format intre piesa si sarma de adaos.

Pentru sudarea metalelor neferoase (Cu, Al, Ni ,Ti si a aliajelor lor precum si a otelurilor inoxidabile) se folosesc gaze nobile respectiv heliu sau argonul in timp ce pentru sudarea otelurilor carbon se folosesc gaze ca :

- Bioxidul de carbon CO2
- Amestecuri de argon cu oxigenul etc.

La sudarea cu sarma in mediu de gaz protector, protectia impotriva atmosferei se face cu ajutorul gazelor :

- gaze active (CO2 , N , H)
- gaze inerte (argon, heliu)
- mixte (argon + CO2 in diferite procente)

Clasificarea procedeelor de sudare cu electrozi fuzibili :

- gaze inerte MIG
- gaze active MAG
- amestec de gaze inerte si active cu electrozi nefuzibili TIG

Dintre gazele inerte cel mai folosit este argonul si heliu iar active bioxidul de carbon (CO2)

Gaze active –Bioxidul de carbon (CO2)

Bioxidul de carbon folosit pentru sudare trebuie sa aiba o puritate de 95% si trebuie sa fie complet uscat .Bioxidul de carbon este mult mai ieftin decat argonul si permite o incarcare specifica cu curent mare a electrodului, deci asigura un coeficient de topire mare , impunand insa folosirea unei sarme cu adaosuri de elemente dezoxidante.

Pentru sudarea in mediu de bioxid de carbon se mai foloseste un incalzitor electric al gazului care se monteaza pe reductorul de presiune , pentru a preveni formarea dopurilor de

gheata in reductor, datorita densitatii gazului se mai monteaza in circuitul de gaze un uscator de gaze cu silicagel.

Sudarea prin procedeul FCAW

Sarma folosita la sudare este sarma tubulara cu flux la interior iar gazul protector este CO₂.

Avantaje :

- putere ridicata de topire
- productivitate ridicata(nu se curata zgura ca la cea manuala)
- Deformatii reduse dupa sudare
- Sensibilitate mica la rugina

Dezavantaje

- Pierderi de metal prin stropi
- Bioxidul de carbon folosit trebuie sa aibe o puritate de minim 95%
- Pentru a se compensa elementele de aliere care se pierd prin ardere sarma trebuie sa contina un surplus de Si , Mn, uneori Ti (creste limita de curgere ,reduce pierderile de material prin stropi aproximativ 50%)

Materiale ce se pot suda

Se pot suda fara probleme otelurile cu continut de carbon de 0.02% iar peste 0.02 % cu preincalzire(pentru evitarea aparitiei fisurilor)

Suprafata exterioara a sarmei trebuie sa fie curata, fara rugina , ulei etc.De obicei ele se cupreaza.Se livreaza in colaci sau vergele.

Componetnta utilajului :-Pistoletu de sudare (conduce bine gazul si asigura legatura intre piesa si duza de contact).De la pistol se pun in functiune antrenarea sarmei si accesul gazului la pistol.

- Dispozitivul avans sarma (tren cu role actionat de un motor ce antreneaza sarma spre pistol)
- Pupitrul de comanda
- Sursa de curent
- Gaz CO₂

Reguli de urmat la sudarea otelurilor carbon si slab aliate :

- Admisia gazului se face inaintea amorsarii cu arcul cu 10-15 secunde pentru a elimina aerul din jurul sudurii.Din aceleas motive este necesar ca dupa terminarea sudurii gazul sa mai curga inca cateva secunde
- In timpul sudurii , lungimea arcului trebuie sa fie cat mai mica , ceeace asigura o ardere stabila , o protectie buna a baii.Alegerea curentului de sudare se face dupa sarma de adaos
- Viteza de inaintare a sarmei se alege in functie de diametrul sarmei de sudare si curentul de sudare
- Intreruperea sudurii se face astfel sa nu rezulte cratare.picaturile de metal topit improscate si lipite de capul de sudare trebuiesc indepartate periodic.

Parametri de sudare

1. **Curentul de sudare** – influențată de coeficienți de topire și de descompunere ce cresc mai încet la curenti mici și mai pronunțat la curenti mari, variațiile curentului de topire se stabilesc în funcție de grosimea sarmei de adaos. Creșterea curentului de sudare extrage creșterea secțiunii de metal depus. Coeficientul de formă reprezintă variația între regimul de sudare și modificarea înălțimii cusăturii.

Concluzii : Creșterea curentului de sudare crește productivitatea produsului de sudare și stabilizează arderea arcului o dată cu reducerea îngroșării cusăturii.

Fenomenul nedorit ce apare este reducerea coeficientului de participare a metalului de adaos în formarea cusăturii. De aceea curentul de sudare este limitat superior iar linia inferioară se stabilește considerent stabilizată a arcului.

2. **Tensiunea arcului** – crește prin lungimea lui dar are consecințe negative asupra cusăturii, scade coeficientul de topire și coeficientul de depunere a metalului de adaos ca urmare a creșterii pierderilor de căldură. Alungirea arcului electric permite patrunderea elementelor daunătoare din aer în sudură (azot, oxigen, hidrogen). Acestea au efect negativ asupra picăturilor și asupra băii de metal topit (durata de trecere la arc lung este mai mare)
3. **Debitul de gaz** – Coeficienți de topire și depunere scad pe măsura creșterii debitului de gaz. Fenomenul se explică prin efectul de răcire a coloanei arcului datorită jetului rece de gaz. La debite mici de gaz apar porii datorită protecției insuficiente. În practică debitul de gaz variază între 900-1500 l/h
4. **Viteza de sudare** – Creșterea vitezei de sudare conduce la scăderea contribuției, la formarea cusăturii a metalului de bază, dar mai mult a materialului de adaos. Viteza de sudare are efect schimbarea compoziției chimice. Creșterea vitezei de surse duce la creșterea vitezei de răcire a cusăturii și la micșorarea protecției cusăturii.
5. **Influența polarității curentului**- Sudarea în curent alternativ nu este posibilă deoarece arcul electric nu are stabilitate. Sudarea în curent continuu se face atât cu polaritate directă cât și cu polaritate inversă. La polaritatea inversă metalul topit trece prin arc sub formă de picături fine, arcul e stabil iar îngroșările minime. Picăturile sunt cu atât mai fine cu cât densitatea curentului este mai mare. Coeficientul de participare a metalului electrodului este mai mare la polaritatea directă.
6. **Influența lungirii libere și înclinarea pistolului**- Lungimea liberă a pistolului trebuie să fie în anumite limite conform Tabelului

Diametrul electrodului în mm	0.8	1	1.2	1.6	2
Lungimea liberă în mm	6-10	7-12	8-14	12-18	14-22

Dacă lungimile libere se deasesc au loc fenomene nedorite precum :

- Se înrautăteste amorsarea și stabilitatea arcului mai ales de diametre mici.
- Arcul arde zgometos
- Se produc îngroșări
- Se produc imploșcări de metal și de stropi
- Adâncimea de patrundere scade
- Coeficientul de topire și depunere se micșorează

Îmbinarea sarmei electrod față de verticală se face sub un unghi de 16-20 Grade. Dacă înclinarea sarmei este mai mare de 30 Grade față de direcția verticală are loc stropiri puternice și se micșorează adâncimea de patrundere.

Valori recomandate conform WPS
MAG/CO2-sarma E7IT- 1,2 mm

Pozitia de sudare	Tip Sudura	Parametri de Is(ua)	Sudare Ua (v)
Orizontal	Cap la cap	210-280	25-33
	Colt	180-220	24-26
Cornisa	Cap la cap	210-280	25-33
	Colt	210-280	25-33
Vertical	Cap la cap	210-280	25-33
	Colt	150-190	24-26
Peste cap	Cap la cap	180-220	27-30
	Colt	190-240	29-33

Pregatirea in vederea sudarii

1. Se verifica strangerea corecta a cablurilor de masa si cel de la pistol
2. Se verifica strangerea corecta a cuplei furtun gaz CO2
3. Se verifica strangerea corecta a conectorilor cablurilor de comanda
4. Se verifica conectarea pistolului la sistemul de avans sarma
5. Se monteaza consumabilele :difuzor gaz, duza contact , duza gaz .

6. Se apasa butonul de pornire pe pozitia 'ON' iar lampa de semnalizare se aprinde
7. Se selecteaza procedeul de sudare pe pozitia 'CO2 Welding '
8. Se Selecteaza diametrul sarmei 1.2 mm sau 1.4 mm
9. Se selecteaza butonul pentru umplere crater 'Crater on'
10. Se apasa butonul de verificare gaz si timp de 20 sec. Se regleaza debitul gazului la 20 l/min
11. Se regleaza curentul de sudare – Is (AMP) de pe sistemul de avas sarma(Wire feeder)
12. se regleaza tensiunea de sudare – U (VOLT) de pe sistemul de avans sarma (Wiere feeder)
13. Se regleaza lungimea libera a sarmei la 10 ...15 mm si se incepe sudarea

Scule pentru sudare

- Perii de sarma
- Ciocan de batut zgura
- Clestele de taiat sarma

Echipamentu de protectie al sudorului :

- Casca de protectie
- Masca de sudare –geam alb+ geam sudura+ geam alb
- Manusi piele
- Sort piele
- Jampiere
- Cotiere
- Bocanci cu bombeu metalic

Procesele fizico-chimice ce au loc la sudarea cu bioxid de carbon **CO2**

Sub influenta arcului electric bioxidul de carbon se descompune in oxid de carbon si oxigen.Descompunerea este cu atat mai importanta cu cat temperatura arcului este mai mare . In zona arcului atmosfera este oxidanta ceea ce determina o topire a metalului de adaos in picaturi mai fine deoarece zona oxidanta micsoreaza dimensiunile picaturilor. Dezvoltarea hidrogenului in metalul de topit este impiedicata de caracterul oxidant a suprafetei datorita bioxidului de carbon. Cusatura este mai compacta si lipsita de pori si putin influentata de rugia. Azotul provenit din aer sau din grasimile aflate pe piesa de sudat formeaza cu oxigenul, oxizi de azot insolubili.

O cauza a porozitatii o pate constitui arderea carbonului la anumite oteluri ,si poate remedia corozitatea in acest caz prin introducerea in metalul cusaturii a unui procent de 0.2% Siliciu. Sursa de pori poate fi si continutul ridicat de umiditate din bioxidul de carbon. Sursa de pori poate fi eliminata prin alegerea unei sarme de adaos in care sse adauga dezoxidanti ca Mn , Si , Ti , Al.

Materiale folosite la sudarea in bioxid de carbon

Nr. Crt.	Marca sarnei	C Maxim	Mn	Si	Cr	Ni	Alte Elemente
1	S11Mn2Si	0.11%	1.8-2.2%	0.9%	0.2%	0.3%	Al,Ti
2	S11Mn2SiNi	0.11%	2%	1%	-	0.9-1%	-
3	S10MnSiNiMo	0.10%	1.1%	0.7-1%	-	1%	Motipten 0.65-1%
4	S10MnSiNiCu	0.10%	1.1%	0.7-1%	0.3%	0.6%	Cu=0.5%
5	S12Mn2SiCr	0.12%	2%	1%	0.2%	0.3%	Al=0.05%
6	S11Mn2Si1Mo	0.11%	2%	1%	0.2%	0.3%	Mo=0.5-0.6%
7	S12MoCr1	0.12%	0.3-0.4%	0.3-0.4%	1	Max 0.3%	Mo=0.4%
8	S10Mg1SiMoCr1	0.10%	1%	0.4%	1%	0.3%	Mo=0.5%

Materialul joaca un rol hotarator la sudarea in CO2.Se recomanda ca materialul de baza sa contina un procent cat mai redus de azot.Se sudeaza fara problema otelurile cu un continut de carbon de 0.25 %.Otelurile calitate cu un continut de carbon de 0.45 % se v-a suda cu preincalzire sau aplicarea unui tratament termic dupa sudare pentru a evita aparitia fisurilor.

Materialul de adaos-sarma de sudat trebuie sa contina cantitati sporite de mangan si siliciu pentru a compesa pierderile prin ardere in timpul sudari si a ferii dezoxidarea baii metalice.

Pentru a limita oxidarea manganului si siliciului in sarma se introduce titanul in procent mic. Diametrul sarnei poate fi : 0.5 ; 0.8 ; 1 ; 1.2 ; 1.6 ; 2 ; 2.5 mm.Abaterea de la diametru este de 7 % pentru diametre de 0.5 ;0.8 .

Saramele de adaos se livreaza sub forma de colaci sau vergele .Suprafata exterioara a sarnei trebuie sa fie curatata fara rugina,de obicei se cupreaza.

Gazul folosit este imbuteliat si trece in stare lichida daca este comprimat la rece.

In stare solida gazul se gaseste sub forma ghetii carbonice. Imbutelierea gazului se face in tuburi de otel, lichidul ocupa maxim 60-80% din butelie. Dintr-o butelie normala de 40 l se obtin 25 kg de CO2.Continutul de apa dizolvata in butelie e limitat la maxim 0.04%.Scaderea presiunii gazului de 10 ori duce la cresterea umiditatii de 3 ori. Pentru micorarea umiditatii in zona de sudura se recomanda uscarea gazelor cu ajutorul unui dispozitiv special.

Utilajele pentru sudarea in CO2

Utilajele pentru sudarea in CO2 contin :

1. Pistoletul de sudare
2. Dispozitivul de avans pentru sarma
3. Pupitrul de comanda
4. Sursa de curent
5. Butelia CO2 cu reductorul de presiune
6. Debitmetrul
7. Uscatorul

Elementele componente ale instalatiei de sudare in CO2 din anexa 1 sunt :

1. Generatoru de sudare
2. Reteaua de comanda CO2
3. Debitmetrul de gaz
4. Butelia de gaz
5. Incalzitorul de gaz
6. Uscatorul de gaz
7. Reductorul de gaz
8. Tablou de comanda
9. Tamburul pentru sarma de adaos
10. Conducta de apa de racire

11. Dispozitivul de avans al sarmei de adaos

12. Pistoletul

Pistoletul –este folosit la sudarea semi-automata cu diametrul sarmei cuprins între 1.6 – 2 mm.

Pistoletul conduce sarma de adaos, gazul de protectie si asigura legatura electrica între sursa de curent si duza de contact.

Viteza de avans a sarmei este reglata de la un pupitru de comanda.

Pupitrul de comanda asigura automatizarea si protectia intregii instalatii. Pe pupitru de comanda se gaseste robinetul pt inchiderea si deschiderea gazului. Curentu electric este furnizat de curentul continu.

Tehnologia sudarii in bioxid de carbon a otelurilor carbon si slab aliate

Regulile de urmat la sudarea otelurilor cu putin carbon si slab aliate sunt urmatoarele

- Admisia gazului se face inaintea amorsarii arcului cu 10 -15 secunde pentru a elimina aerul din jurul sudurii. Din aceleasi motive e necesar ca dupa terminarea sudarii gazul sa mai curga inca cateva secunde. Aprinderea arcului se face usor la curenti peste 200 A. Este necesar ca lungimea libera in momentu aprinderii sa nu depaseasca 45-50 mm, astfel formarea cusaturii de inceput este defectuasa si prezinta pori.
- In timpul sudarii , lungimea arcului trebuie sa fie cat mai mica, ceea ce asigura o ardere stabila , o protectie buna a barii , elementele sensibile la oxidare (Si, Mn ,Ti) fiind protejate. Alegerea curentului de sudare se face dupa sarma de adaos , care trebuie sa fie egala sau putin mai mare in diametru decat grosimea tablelor de sudat la o singura trecere. In tabelul din anexa 2 fig a sunt dati coeficienti de topire ce se pot realiza la curenti de sudare alesi in functie de diametrul sarmei de adaos.

Viteza de inaintare a sarmei se alege in functie de diametrul sarmei de sudare , si curentul de sudare. In tabelul din anexa 2 fig b este data viteza de avans a sarmei de sudare in functie de diametrul electrodului si curentul de sudare.

Starea supafetei sarmei de adaos are importanta mare in ce priveste continutul de gaze dizolvate in sudura. In tabelul de mai jos se ilustreaza efectul pe care-l are curatirea suprafetei sarmei de adaos.

Viteza de inaintare a sarmei se alege in functie de diametrul sarmei de sudare , si curentul de sudare. In tabelul din anexa 2fig b este data viteza de avans a sarmei de sudare in functie de diametrul electrodului si curentul de sudare.

Starea suprafetei sarmei de adaos are importanta mare in ce priveste continutul de gaze dizolvate in sudura. In tabelul de mai jos se ilustreaza efectul pe care-l are curatirea suprafetei sarmei de adaos.

Influenta starii de curatire a sarmei de adaos asupra sudarii realizate cu CO2

Starea suprafetei sarmei	Cantitati de gaze in cm3 la 100 g metal depus				Variatia parametrilor regimului de sudare si dimensiunile cusaturii			
	O2	H2	Na	Total	Is A	Ua V	Latimea cusatura, mm	Patrun-dere h , mm
Curatata	0.10	5.9	7.9	13.9	400-470	26-27	10-11	11-12
Necuratata	21	18.4	32.9	72.3	340-400	26-36	10-16	7-11

Curatarea se poate efectua cu diluanti.

Capul de sudare trebuie tinut la o distanta de 15 -25 mm , fata de piesa , inclinat la 15-30° fata de verticala. In general , capul de sudare se inclina inainte si parcurge un drumj in forma de spirala alungita . in anexa 11 figura 1, se prezinta sudarea cap la cap a doua table fara preluicrarea marginilor si potizia corecta a capului de sudare , in fugura 2 a ., din anexa 11 sunt prezentate executarea cusaturilor in ‘X’.

La cusaturile in ‘V’ sau in ‘X’ la sudarea primului strat , drumul urmat de arzator este in forma de bucle (anexa 11 fig.2 a.), in fidura 2 b. se prezinta sudarea primului strat in a doua jumatare a ‘X’-ului.Toate celelalte strat-uri se sudeaza in zig-zag .

La sudurile de colt primul strat se depune imprimand capului de sudare miscari in forma de bucla , unghiurile folosite fiind cele prezentate in figura din anexa 12 fig 1 , iar la urmatoarele miscari fiind in zig-zag. Sudurile verticale se executa ca cele de colt cu deosebirea ca se lucreaza de jos in sus (anexa 12 fig 2).

Defectele de sudura in CO2

Defectele de sudura apar datorita stabilirii incorecte a :

- tehnologii de sudare
- procesului si regimului de sudare

Defectele de sudura :

-Defecte datorita fenomenelor chimice ,metalurgice termice prezentate in procesul formarii , cristalizarii si racirii baii de sudura (fisuri , incluziuni , pori etc.)

-Defecte de formarea cordonului de sudura (nepatrunderi , crestaturi , cratera , arsuri , strangulari)

Defecte	Descriere	Aspect radiografic
Incluziuni de gaze	Cavitate sferice	Pete negrite
Incluziuni solide	Zgura,flux,oxizi	Pete negrite
Lipsa topire	Lipsa legatura intrea metalul de baza si materialul de adaos	Linii subtiri cu margini conturate
Nepatrundere	Lipsa legatura intre metalul de baza si materialil de adaos pe adancine	Linii negrite bine conturate pe mijloc
Fisuri de metal sau Z.I.T	Discontinuitatii datorate contractiilor	

1. Fisurile(anexa 3) – sunt defecte periculoase si sunt rupturi in material .Ele pot fi :

- Transversale
- longitudinale
- Stelate

Ele apar datorita tensiunilor mari , folosirea regimului de lucru necorespunzator , preincalzirea insuficienta.

Fisurile sunt considerate defecte periculoase si nu pot fi acceptate.Ele se pot produce la cald , adica intr-o perioada cand maqterialul este incalzit sau parcurge interval de solidificare

Remediere : craituire pana la metal sanatos su resudare

Fisurile pot fi evitate prin :

- regim de sudare corespunzator
- preincalzire
- tratament termic dupa sudare

2. Pori si suflurile (anexa 4)

Pori si suflurile sunt cavitatii umplute cu gaz , cauzele care produc aceste fisuri sunt :

- umiditate excesiva (din aer , electrozi neuscati)
- regim de lucru necorespunzator (intensitatea curentului prea mare , arc prea lung , viteza de sudare mare)
- compozitia chimica a metalului de adaos

3. Incluziuni

Incluziunile sunt defecte ale compozitie chimica de zgura sau flux necuratate , ramase pe cordon.

Cauzele producerii incluziunilor :

- metalul de baza acoperit de rugina , zgura , vopsea , ulei.
- rizuri adanci dupa debitarea cu flacara
- parametri tehnologici necorespunzatori

Remediere : - curatare si resudare

4. Lipsa de patrundere (anexa 5) – caracterizeaza dificitul la care materialul topit nu acopera toata sectiunea necesara sudurii , astfel incat ramane un interstitiu intre straturile metalului depus. Lipsa de patrundere micsoreaza rezistenta mecanica , iar la nepatrunderi mari apare pericolul de rupere.

Cauze :

- rost prea mic
- unghi de tensiune mic
- sanfren ales incorect
- sarma de sudura prea mare sau prea mica
- sudura dezaxata
- parametri de sudare necorespunzatori

5. Lipsa de topire (anexa 5) – este legatura incorecta intre metalul de baza si materialul de adaos.

Lipsa de topire poate fi :

- a.laterala
- b.intre straturi
- c.la radacina

Cauzele lipsei de topire :

- curatarea neglijenta a materialelor (oxizi , rugina , vopsele etc.)
- suprafete cu neregularitati la sanfren
- alegerea parametrilor de sudare necorespunzatori

Tensiuni si deformatii

In cursul procesului de sudare , sursa de caldura incalzeste succesiv si rapid marginile pieselor de sudat pe masura inaintarii pe linia de sudura iar in urma sursei metalului topit se raceste cu viteza mai redusa.

In timpul incalzirii se produce dilatarea materialului ia la racire , contractia . Topirea si incalzirea fiind o suprafata foarte ingusta si numai locala (pe cordon) , dilatarea este impiedicata de regiunile reci di care cauza dilatarea este mai mica decat contractia , deci linia de sudare va fi mai scurta decat ceea initiala. Acest fapt produce dupa racire in regiunea sudata si in zona influentata termic (Z.I.T.) tensiunile interne ca urmare a contractiei di toate directiile , zonele invecinate fiind supuse la eforturi de compresiune iar celelalte la tractiune.

Aceste tensiuni pot periclita , functie de grosimea materialului , calitatea lor , metoda de sudare, conditiile de racire , o serie de efecte care uneori pot periclita securitatea constructiei.

Tensiunile pot fi :

- temporare
- remanente

Cauzele aparitiei tensiunilor remanente sunt :

- incalzirea succesiva a liniei de sudare
- regim de sudare necorespunzator
- viteza de racire necorespunzatoare
- succesiune gresita a executiei sudurilor
- Temperaturi scazute

Secvente de sudare. Controlul deformatiilor

La sudare prin topire apare un pronuntat fenomen de incalzire neuniforma a imbinarii datorita caracteristicilor termofizice ale metalului de baza , tehnologiei si regimurilor de sudura folosite . In acest caz rezistenta de curgere scade foarte mult provocand deformatii. Cu cat intensitatea curentului (I_s) (viteza de sudare (V_s)) cu atat deformatia va fi mai mare.

Elementele principale cu mare influenta sunt :

- procedeul de sudare
- regimul de sudare
- dispunerea cordoanelor.

Sucesiunea depunerii cordoanelor de sudura prezinta o importanta deosebita pentru reducerea tensiunilor si deformatiilor , ordinea si succesiunea depinzand de grosimea pieselor si lungimea cordoanelor.

Pentru cordoane scurte (300 -400 mm) , sudarea se face de la un cap ce celalalt (anexa 6 fig a).La cele cu lungime medie (400 – 1200 mm) , se face de la mijloc catre capete (anexa 6 fig b) La cordoane mai lungi (>1200 mm) se va suda in cordoane scurte de max 200 -350 mm (anexa 7 fig 1) daca se face in mai multe straturi , doua straturi alaturate se sudeaza in sens invers (anexa 7 fig. 2) iar la table groase succesiunea randurilor se va face conform anexei 8.

La table de grosimi mari (> 50 mm) se va suda :

- in cascada (anexa 9 fig a) la care se depune un rand de sudura cu o lungime de 200-300 mm dupa care se reia de la 100-300 mm si se sudeaza pana la inceputul primului rand.
- In cocoasa (anexa 9 fig b) la care dupa depunerea cordonului 2 peste primul cordon se continua cu cordoane de 100-300 mm.
- In blocuri (anexa 9 fig c) – straturile groase pe portiuni de 80 – 100 mm cu spatii de 30 – 40 mm care se sudeaza in final pentru a nu rigidiza piesa.Se sudeaza cu preincalzire.La sudarea pe vertical se recomanda ca sudurile sa fie facute de 2 sudori simultan.

Reguli de protectia munci

1 Echipamentul individual de protectie este obligatoriu pentru fiecare sudor si se compune din :

- sort din piele
- manusi de sudor din piele
- jampiere
- cotiere
- bocanci cu bombeu metalic
- masca de sudare (geam alb+ geam fumuriu+geam alb)
- casca de sudor

2. Zona de lucru va fi ingradita cu paravane sau pereti netezi , care vor fi prevazuti cu placute avertizoare.

3. La sudarea unor piese acoperite cu vopsea , care prin ardere produc gaze nocive , inainte de sudare se va indeparta stratul de vopsea pe o latime de min 100 mm de o parte shi de alta a imbinarii.

4.Folosirea cablurilor de alimentare a circuitului de sudare cu izolatie deteriorata este strict interzisa .Starea izolatiei si a legaturilor la priza de pamant se va verifica de ficare data inainte de inceputul lucrului.

5.Reparatiile, reglajele sau simla deschidere a dulapului de comanda se vor face numai dupa intreruperea alimentarii intreruperea alimentarii cu energie electrica , de catre electricineii instruiti si autorizati corespunzator.

6. Pentru iluminat se vor utiliza lampi electrice in buna stare , alimentate la o tensiune maxima de 24 V.

7. Conductorii ekectrici mobili folositi la racordarea la retea si cablurilor pentru circuitul de sudare , vor fi feriti impotriva deteriorarii in timpul exploatarii si transportului si in mod special impotriva contactului cu strpi de metal topit , precum si a trecerii peste ele cu mijloace de transport

8. Cablurile de masa va fi racordat direct la piesa , fiind interzisa utilizarea unor improvizatii.Racordarea se va realiza numai cu clesti de contact sau borne cu surub bine stranse.

Reguli P.S.I.

1. Inaintea sudarii se vor indeparta materialele combustibile (vopsea , diluant , motorina , materiale textile , hartii).
2. Piese ce se vor suda vor fi curate in prealabil de urme de ulei , vopsele , resturi de bumbac , cilti etc.
3. Dupa sudare se va controla atent locul de munca in vederea inlaturarii eventualelor surse de incendiu.
4. La craituirea radacinilor se va avea grija ca jetul de metal topit sa fie aruncat la distanta de jetul de aer sau de oxigen.]
- 5.La sudarea automata si semiautomata se acorda o atentie deosebita dispozitivelor de conectare deoarece in cazul defectarii lor este posibila o supraincalzire a conductorilor electrici
6. In cazul intreruperii operatiei de sudare se va deconecta alimentarea cu energie electrica.