



Ing. Florin M. Vâlceanu

© 2009 editura M.A.S.T.

Toate drepturile rezervate

Cuprins

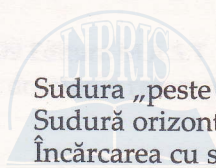
Sudura metalelor	5
Cap. I. Terminologie și simbolistică în tehnica sudurii	7
Cap. II. Sudarea și lipirea metalelor	11
Sudarea și lipirea metalelor	11
Sudura în V	12
Sudura de colț	17
Sudura aliaj	22
Sudura oțelului înțes	26
Sudura țesută	27
Sudura aluminiului	34
Sudura în colț	35
Sudura aliaj	36
Sudura cuprului	38
Tăierea metalelor	46
Cap. III. Sudarea cu arc electric	56
Tipuri posibile în sudura cu arc	56
Sudura pe o singură parte	70
Sudura în V dublu și simplu	71
Sudura în colț	72
Sudura pieselor groase	76
Sudura în T	77
Sudura în timp	79
Sudura înțes și oțelului înțes	81
Sudura pe conducte	83

M.A.S.T.
2009



Cuprins

Sudura metalelor	5
Cap. I. Terminologie și simbolistică în tehnica sudurii...	7
Cap. II. Sudarea cu flacără oxiacetilenică.....	14
Aprinderea flăcării oxiacetilenice	16
Tipuri de sudură	18
Sudura cu sârmă de adaos.....	22
Sudura oțelurilor moi.....	24
Sudura în V simplu.....	27
Sudura de colț.....	31
Sudura „filet“	35
Sudura oțelului inox	36
Sudura fontei	37
Sudura aluminiului.....	40
Sudura în colț.....	42
Sudarea alamei	44
Sudarea cuprului.....	45
Tăierea metalelor.....	46
Cap. III. Sudarea cu arc electric.....	50
Primii pași în sudura cu arc	65
Sudura pe o singură parte	70
Sudura în V dublu și simplu	71
Sudura în colț.....	72
Sudarea pieselor groase	76
Sudura în T.....	77
Îmbinarea în trepte	79
Sudura fontei și oțelului inox.....	81
Suduri pe conducte.....	83
Sudura verticală și pe plafon.....	89



Sudura „peste cap”	91
Sudură orizontală pe suprafețe verticale.....	92
Încărcarea cu sudură	93
Sudura în puncte	95
Sudura TIG și MIG.....	95
Controlul sudurilor.....	99
Defectele îmbinărilor sudate	105
Cap. IV. Lipirea metalelor	118
Elemente de fizica solidului	118
Legătura ionică	119
Legătura covalentă.....	119
Modalități de transmitere a căldurii	120
Tehnologia lipirii metalelor	128
Aliaje de lipit.....	129
Aliaje pentru lipirea moale	130
Aliaje de lipit pe bază de staniu și plumb.....	131
Aliaje pentru aluminiu și magneziu	132
Tipuri de fondanți.....	133
Cositorirea	136
Lipirea metalelor cu cositor	137
Lipirea moale a tablelor	138
Lipirea moale a firelor metalice	141
Lipirea moale a țevilor	142



Capitolul I

Terminologie și simbolistică în tehnologia sudurii

Ca în oricare altă meserie și în sudură au fost consacrați anumiți termeni și au fost standardizate anumite simboluri. Toate acestea au menirea de a ușura comunicarea atât în sfera nemijlocită a execuției cât și în activitatea de control, aprovizionare, caracterizare etc.

Tab. 1.1

Terminologia în activitatea de sudură

Termen	Descriere
1	2
Bavură	Îngroșare în zona îmbinării la sudura cap la cap
Cusătură, cordon de sudură	Îmbinarea sudată obținută prin solidificarea materialului de bază topit și a materialului de adaus obținută prin una din metodele de sudare
Deschiderea rostului	Distanța cea mai mică dintre marginile pieselor de sudat.
Flacăra carburantă	Flacăra ce conține carbon liber în zona de lucru
Flacăra normală	Flacăra fără oxigen și carbon liber în zona de lucru
Flacăra oxidantă	Flacăra ce are oxigen liber în zona de lucru
Îngroșarea cusăturii	Grosimea depunerii metalice de sudură peste suprafața pieselor sudate
Întoarcerea flăcării	Propagarea flăcării în sens invers curgerii gazului
Lățimea cusăturii	Lățimea maximă a cordonului de sudură
Metal de adaus	Metal sau aliaj de metale care se topește și se depune în procesul de sudare
Metal de bază	Metalul sau aliajul care se sudează
Metal depus	Material provenit din topirea metalului de adaus contribuind la formarea cusăturii



1	2
Nucleu	Zona de metal topit la sudarea prin puncte
Nucleul flăcării	Zona de pornire a flăcării oxiacetilenice
Pătrundere	Adâncimea de topire a metalului de bază
Rădăcina cusăturii	Primul rând depus pentru realizarea unei îmbinări sudate
Rând	Forma de metal depus care rezultă în timpul unei singure parcurgeri a lungimii pentru sudat
Rost	Spațiul dintre marginile pieselor pregătite pentru sudare
Strat	Unul sau mai multe rânduri situate la același nivel
Sudură continuă	Sudură neîntreruptă pe toată lungimea îmbinării
Sudură în găuri	Sudură la piese suprapuse realizată prin depunerea metalului de adaus în găuri executate în una din piese
Sudură intermitentă	Sudură depusă numai în anumite porțiuni ale lungimii îmbinării
Zonă influențată termic	Porțiunea din metalul de bază ale cărei proprietăți au fost modificate prin încălzirea locală de sudare (ZIT)

Tab. 1.2

Materiale de adaus și protecție

Termen	Descriere
Acetilenă	Hidrocarbură (C_2H_2) folosită ca gaz combustibil. Este produsă la locul de utilizare în generatoare pe bază de carbid sau este îmbuteliată în recipiente de oțel
Carbid	Carbura de calciu (CaC_2) reacționează cu apa cu formare de acetilenă.
Electrod	Tija metalică cu secțiune circulară cu ajutorul căreia se declanșează arcul electric.
Electrod învelit	Electrod de sudare format dintr-o vergea metalică cu stratul de înveliș, aplicat prin presare sau imersare
Electrod nefuzibil	Electrod de sudare care nu constituie material de adaus la cusătura sudată
Electrod cu pătrundere adâncă	Electrod de sudare care permite o pătrundere de 4 mm la o singură trecere
Sârmă de adaus	Metal de adaus sub formă de vergele sau colac



Tab. 1.3

Procedee de sudare și activități conexe

Termen	Descriere
Decapare	Curățarea zonei cu reactanți chimici
Electronituire	Îmbinarea tablelor suprapuse prin solidificarea între ele a metalului topit
Încărcare prin sudare	Depunerea de metal de adaus pe suprafața unei piese
Lipire	Îmbinarea a două piese metalice cu un aliaj topit la o temperatură mai mică decât temperatura de topire a metalelor
Lipire moale	Lipire cu un aliaj ce se topește la o temperatură mai mică de 450°C
Lipire tare	Lipire cu un aliaj ce se topește la o temperatură de peste 450°C
Sudare M.I.G.	Sudare cu arc electric în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil
Sudare T.I.G.	Sudare cu arc electric în mediu de gaz inert cu electrod nefuzibil de Tungsten
Sudare W.I.G.	Idem cu electrod nefuzibil de Wolfram
Sudare cu arc electric în mediu de gaz protector	Procedeu de sudare la care arcul electric și zona de formare a cusăturii se găsesc într-un mediu gazos protector activ sau inert (argon, CO ₂ etc.)
Tăiere cu arc-aer	Procedeu de tăiere prin topire, la care sursa termică este arcul electric și îndepărtarea topiturii se face cu curent de aer
Tăiere cu oxigen	Procedeu de tăiere la care metalul este ars în curent de oxigen. Poate fi tăiere oxiacetilenică, oxihidrică, cu arc electric (oxielectrică) etc.

Poziții principale de sudare

Sudarea cusăturilor drepte, unilaterale, la sudurile cap la cap sau de colț presupune anumite poziții principale de sudare. Poziția de sudare a unei cusături rectilinii este definită în spațiu prin **unghiul de înclinare** și prin **unghiul de rotire**, păstrate în momentul execuției sudurii.

Unghiul de înclinare α poate fi cuprins între 0° și 90° și reprezintă unghiul format de linia mediană a rădăcinii cu un plan orizontal de referință.

Unghiul de rotire β , cuprins între 0° și 180° este cel mai mic unghi format de partea superioară a unui plan vertical de referință ce trece prin linia mediană a rădăcinii și planul median al cusăturii.

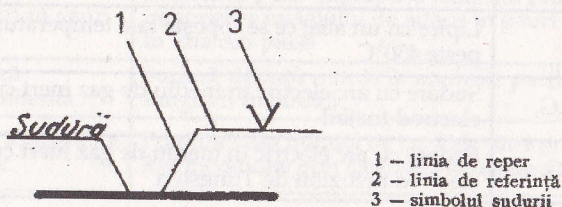


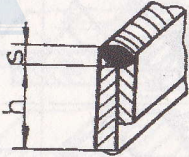
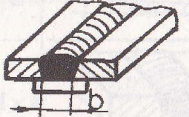
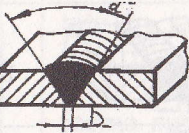
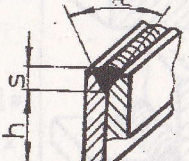
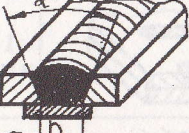


Fig. 1.2

Tab. 1.4

Simboluri principale

Denumirea sudurii	Reprezentarea detaliată	Simbol	
1	2	3	4
Sudură cu margini răsfrînte, (complet topite)		$s \perp \perp$	s = pătrunderea sudurii
Sudură cu margini răsfrîntă		$s \perp $	l = lungimea sudurii
Sudură în I (cu margini drepte).		$b \parallel \parallel$	b = deschiderea rostului

Tab. 1.4 (continuare)


1	2	3	4
Sudură frontală în I (cu margini drepte)		$s \times h \parallel l$	$\alpha^\circ =$ unghiul rostului $h =$ înălțimea porțiunii neprelucrate a rostului
Sudură în I pe suport		$b \parallel l$	$E =$ lățimea sudurii
Sudură în V		$\alpha^\circ \setminus b \parallel l$	
Sudură frontală în V		$s \times h \setminus \alpha^\circ \parallel l$	
Sudură în V pe suport		$\alpha^\circ \setminus b \parallel l$	
Sudură în 1/2 V		$\alpha^\circ \setminus \parallel l$	
Sudură în 1/2 V pe suport		$\alpha^\circ \setminus b \parallel l$	$k =$ cotele triunghiului isoscel maxim înscris în secțiunea sudurii

Primii pași în sudura cu arc

Vom vorbi în continuare numai despre sudură cu arc electric realizată cu aparate de sudură alimentate de la rețeaua monofazată (220V). Sunt cele mai recomandate dar și cele mai des întâlnite aparate în posesia sudorilor amatori. În fotografia de prezentare a aparatului de sudură monofazat, pe panoul frontal este prezentat un buton de pornire cu două poziții: OFF și ON iar pe panoul superior un cursor care pe o latură are înscrise mai multe valori de intensitate a curentului iar pe latura opusă, corespunzător, dimensiunea de electrod potrivită la amperajul respectiv.

Pentru primii pași pe care începem să-i facem eu propun ca pe bancul de lucru să așezăm o bucată de tablă cu o grosime de peste 5 mm din oțel carbon (mai exact, să nu fie inoxidabil și nici din aluminiu, cupru, fontă). De unul din colțurile acestei bucăți de tablă prindem gheara (cleștele) de masă a aparatului de sudură. Înainte de prindere, vom vizualiza starea cleștelui și vom îndepărta cu peria de sârmă urmele de rugină. Multe aparate de sudură oferite de comeț au în dotare o perie de sârmă cuplată cu un vârf metalic pentru desprinderea zgurei de sudură.

De asemenea va fi curățată de rugină și zona în care va fi aplicat cleștele de masă. Când avem siguranța unui contact bine făcut, ținând cleștele de electrod cu mâna dreaptă, având clapeta strânsă, introducem cu mâna stângă coada electrodului în lăcașul potrivit. Eliberăm clapeta de strângere și electrodul este fixat. Așezăm cleștele de electrod pe banc și ne ocupăm în continuare de reglarea amperajului. Să presupunem că am ales să lucrăm cu un electrod Supertit de 2,5mm Pe panoul frontal al aparatului de sudură există o rozetă destul de solidă de obicei din material izolator. Urmărind deplasarea cursorului de pe panoul superior răsucim rozeta în sensul în care cursorul avansează înspre valoarea de 2,5. Când s-a ajuns aici se oprește rotirea rozetei. Următorul pas este introducerea aparatului în priză după ce însă am verificat dacă butonul de pornire se află în poziția OFF. Ridicăm cu mâna dreaptă cleștele cu electrod fără să atingem cu acesta



suprafața metalică. Cu mâna strângă apăsăm butonul aparatului în poziția ON. Imediat apucăm, cu aceeași mână, masca de sudură și o ducem în fața ochilor. Deocamdată prin geamul negru nu putem vedea nimic. Următorul pas este aducerea vârfului de electrod la o temperatură ridicată fără a atinge totuși punctul de topire. Într-o astfel de stare, fluxul de electroni poate închide mult mai ușor circuitul prin declanșarea arcului electric. „Scăpărăm” așadar cu electrodul pe suprafața metalică obținând roiuri de scântei. După câteva de astfel de treceri ne vom opri rapid într-un punct de pe placa metalică apropiind foarte mult electrodul de metal dar fără să-l atingem totuși. Dacă arcul electric manifestat printr-o flamă continuă și un bâzâit uniform nu se declanșează, ciocănim foarte ușor metalul cu vârful electrodului. După multe încercări este imposibil să nu reușim. Păstrând distanța dintre electrod și placă la nivelul susținerii arcului electric, deplasăm uniform înainte sau înapoi (dar nu și, și) urmărind prin vizorul măștii derularea unui cordon incandescent de topitură. O îndepărtare involuntară a electrodului atrage după sine stingerea arcului și necesitatea reinițierii acestuia iar o apropiere excesivă a electrodului conduce la lipirea acestuia de suprafața metalică. Acesta este un moment în care sudorul începător intră de obicei, în panică. Aparatul bâzâie „în draci”, arc electric nu mai există iar îndepărtarea electrodului opune rezistență. Trăgând puternic de cleștele pentru electrod, de multe ori acesta se poate desprinde lăsând electrodul atașat de sudură. Corect, în astfel de situații se procedează așa: se presează pârghia cleștelui de electrod și se îndepărtează cleștele închizând și aparatul de sudură în poziția OFF. După răcirea necesară se îndepărtează electrodul lipit fie prin mișcări înainte-înapoi fie cu o daltă. Cu poticneli mai multe sau mai puține, pentru că la început ele vor fi în mod obligatoriu, încercăm să aplicăm o dără de metal topit pe suprafața tablei. Vom avea grijă ca lățimea acestei dăre să fie cât de cât uniformă pentru că aceasta ne dă și măsura adâncimii de pătrundere a topiturii în interiorul plăcii.