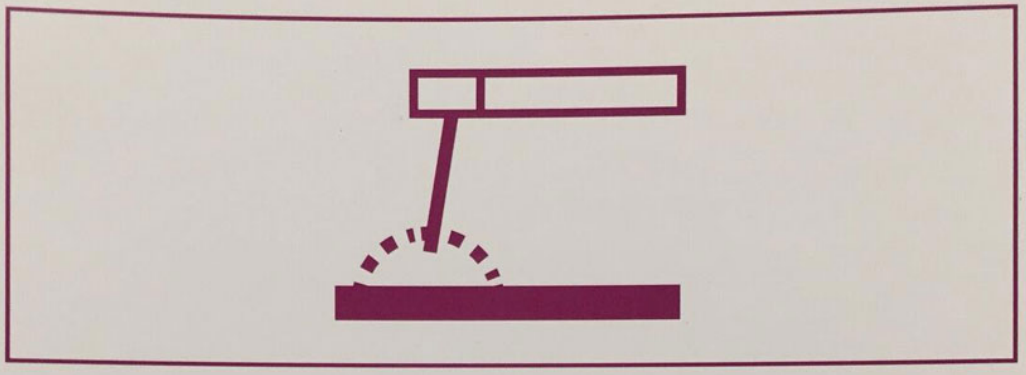
SUPORT DE CURS



Sudarea metalelor cu electrod învelit

Suport teoretic pentru examenele de calificare şi certificare a sudorilor

Kreishandwerkerschaft Hersfeld-Rotenburg

DVS

cooperare germană
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Prelucrare:
Grupul de experți 1.1 „Mijloace tehnice de instruire”
al grupului de lucru „Instruire și examen” în cadrul Comisiei pentru instruire a DVS (Asociației Germane de Sudură și Tehnici Conexe).

Editura:
DVS – Asociația Germană de sudură și tehnici conexe e.V., Düsseldorf
© DVS Media GmbH, Düsseldorf

Drepturile de autor ale conținutului prezentei cărți îi aparțin DVS e.V., Düsseldorf. Toate drepturile de valorificare au fost transmise de DVS e.V. către DVS Media GmbH, Düsseldorf.

Licența DVS-Media presupune autorizarea tuturor instituțiilor de învățământ ale DVS, de a utiliza conținuturile materialelor DVS în scop de formare profesională, fie în format imprimat, fie în format electronic, în cadrul activității de formare profesională ale acestora. Această utilizare include și transmiterea formatului electronic participanților la cursurile desfășurate în instituțiile de învățământ DVS.

În mod expres este interzisă transmiterea sau publicarea conținuturilor cărților DVS fie în format imprimat, fie în format electronic în afara instituțiilor de învățământ ale DVS și în afară de participanții la cursurile desfășurate de către acestea. Utilizarea sau publicarea nelicențiată va fi persecutată de către DVS e.V., respectiv de către DVS Media GmbH și pusă sub acuzație.

Editarea și tipărirea acestei cărți în limba română au fost realizate în cadrul Proiectului-parteneriat de instruire a meșteșugarilor Kreishandwerkerschaft Hersfeld-Rotenburg, finanțat de către Ministerul Federal pentru Cooperare Economică și Dezvoltare (BMZ), prin intermediul sequa gGmbH. Materialul a fost preluat de la DVS e.v., Düsseldorf, în baza contractului de licență din 30.09.2015.

Echipa de lucru a variantei în limba română:

Traducerea din limba germană: Marionela Dabija
Olesea Balan
Oleg Diordiev
Tatiana Larionova

Redactarea termenilor tehnici: Ion Constantinov

Redactarea lingvistică și organizarea: Marionela Dabija

Coordonare: Wolfgang Dressel

Tehnoredactare și pre-press: Liubovi Ceban, Editura „Pontos“ SRL.

Kreishandwerkerschaft Hersfeld-Rotenburg

DVS

cooperare germană
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Cuprins

Arcul electric și proprietățile electrice ale acestuia ..... E. 1
Amorsarea arcului electric și procesele în arcul electric ..... E. 1
Proprietățile arcului electric ..... E. 2
Circuitul electric ..... E. 3
Sudarea cu electrod învelit ..... E. 4
Transformatorul de sudare ..... E. 4
Structura ..... E. 5
Sursa de curent cu tranzistoare în circuitul primar ..... E. 6
Echipamentele circuitului de sudare ..... E. 7
Lucrările de conectare și întreținere a sursei de sudare ..... E. 8
Electrozii înveliți, conform DIN EN ISO 2560 ..... E. 8
Marcajul electrodului învelit conform DIN EN ISO 2560, Varianta A ..... E. 9
Marcajul electrozilor înveliți. Explicarea particularităților ..... E. 11
Electrozii utilizați frecvent ..... E. 12
Funcțiile învelișului electrozilor ..... E. 13
Clasificarea electrozilor ..... E. 14
Clasificarea după tipul învelișului ..... E. 15
Suflajul magnetic ..... E. 16
Echipamentul de protecție personală ..... E. 17
Radiația optică, zguri ..... E. 18
Curentul electric ..... E. 18
Măsuri de protecție ..... E. 19
Tensiunea aparatului de sudură ..... E. 20
Substanțele nocive și acțiunea lor ..... E. 20
Măsuri de protecție ..... E. 21
Măsuri de ventilare și de aspirație ..... E. 22
Zgomotul ..... E. 22
Protecția antiincendiară ..... E. 23
Combaterea incendiilor ..... E. 24
Lucrările de sudare în sectoarele cu pericol de izbucnire a incendiilor și de producere a exploziilor ..... E. 24
Autorizația de sudare conform Regulilor Societății Germane de Asigurări Sociale în Caz de Accident la locul de muncă /SGASCA (DGUV-Regel) 100-500 ..... E. 25
Lucrările tehnice de sudare în încăperi înguste ..... E. 26
Executarea lucrărilor în condiții de pericol sporit de electrocutare ..... E. 27
Sudarea rezervoarelor cu conținut periculos ..... E. 28
Pregătirea rosturilor – privire de ansamblu și noțiuni ..... E. 29
Tăierea cu gaze ..... E. 30
Gaze pentru tăiere ..... E. 30
Etapele tăierii cu gaze ..... E. 30
Reprezentarea și notarea sudurilor pe desen ..... E. 31
Desenul de referință ..... E. 31
Simboluri suplimentare și complementare pentru suduri ..... E. 32
Exemple de pregătire a rosturilor, în dependență de grosimea piesei, accesibilitate și procedeul de sudare ..... E. 33
Utilizarea sudurilor în colț în construcțiile metalice ..... E. 33
Exemple de îmbinări din domeniul confecțiilor de structuri metalice și recipienți ..... E. 34
Sudabilitatea unui element de construcție ..... E. 35
Ce este oțelul? ..... E. 36
Simbolizarea oțelurilor ..... E. 37
Sudabilitatea oțelurilor carbon pentru construcții ..... E. 38
Contracția la sudare ..... E. 39
Valorile contracțiilor la sudare ..... E. 40
Tensiunile interne la sudare ..... E. 41
Efectele tensiunilor interne la sudare ..... E. 41
Privire de ansamblu asupra celor mai importante imperfecțiuni ale sudurilor ..... E. 42
Imperfecțiunile sudurilor și cauzele lor posibile – prezentate pe exemplul sudurilor în colț ..... E. 43

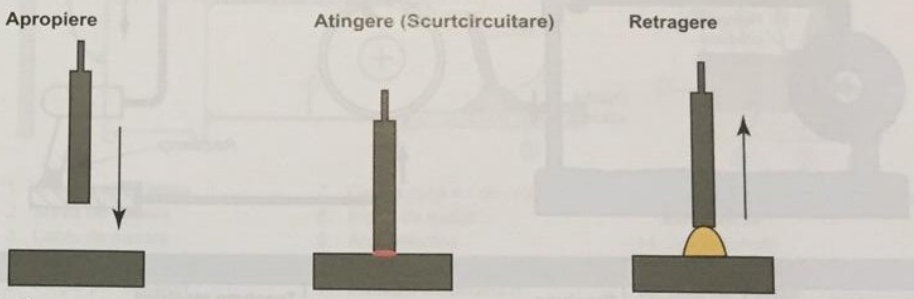
* **DGUV** – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung / Societatea Germană de Asigurări Sociale în Caz de Accidente la locul de muncă (nota traducătorului)

4916
Școala Profesională Nr.9
mun. Chișinău
BIBL

Arcul electric şi proprietăţile electrice ale acestuia

Amorsarea arcului electric şi procesele în arcul electric

Arcul electric reprezintă o descărcare electrică stabilă dintre electrod şi piesă, aflaţi într-un mediu gazos. Deoarece aerul şi gazul sunt conductori electrici slabi, arcul electric trebuie de amorsat. Amorsarea are loc prin atingerea electrodului pentru un timp foarte scurt de piesa de sudat.



I = 0
U_0 = U max =
= Tensiune de mers în gol

I = max.
U scade până la 0

I = Curent de sudare
U = Tensiunea arcului

În urma scurtcircuitului are loc încălzirea intensă a vârfului electrodului, ceea ce favorizează emisia de electroni. Din cauza tensiunii aplicate, aceşti electroni sunt accelerați cu o viteză înaltă spre polul pozitiv. Temperaturile înalte în zonele anodică şi catodică ale arcului electric apar de la impactul purtătorilor de sarcini (electroni, ioni).

Proprietăţile arcului electric

Arcul electric

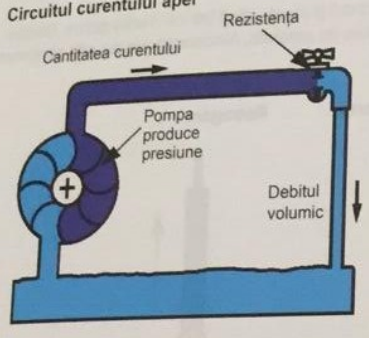
- este un conductor electric gazos,
- este influenţat magnetic (efect de suflaj),
- emite radiaţie vizibilă, infraroşie şi ultravioletă
- exercită presiune asupra băii topite

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

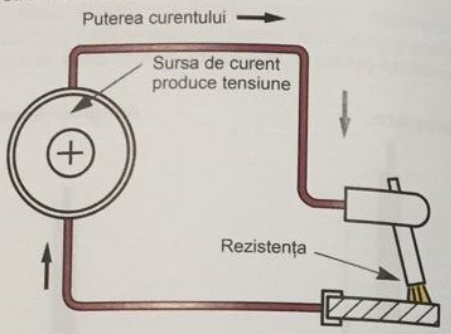
Circuitul electric

Comparaţie:

Circuitul curentului apei



Circuitul curentului electric



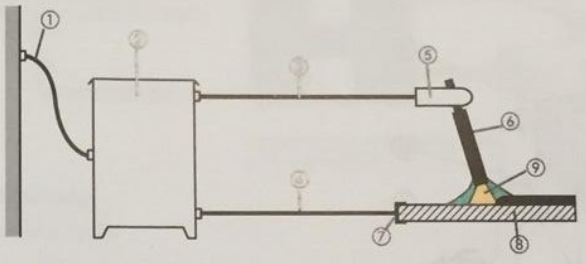
	Circuitul curentului apei	Circuitul curentului electric
Forţa motrică a curentului/ a curentului electric	**Presiune**	**Tensiune electrică** Simbolul: U Unitatea: V (Volt)
Cantitatea curentului, curentul electric	**Debit** cantitatea de apă care curge prin conductă într-o unitate de timp (spre exemplu, litri / secundă) Debitul creşte odată cu creşterea presiunii	**Intensitatea:** Numărul purtătorilor de sarcină (electroni) ce traversează secţiunea conductorului electric în unitate de timp. **Simbolul I:** Unitatea: A (Amper) Intensitatea curentului se măreşte odată cu creşterea tensiunii în circuit
Rezistenţa	**Rezistenţa hidraulică** prin îngustarea în robinet şi frecare în interiorul ţevii se reduce debitul apei	**Rezistenţa electrică** ex. în elementele conductoare, în contactele de comutare şi conectare, în arcul electric (rezistenţa principală) reduce intensitatea curentului în circuit Simbolul: R. Unitatea-Ω (Ohm)

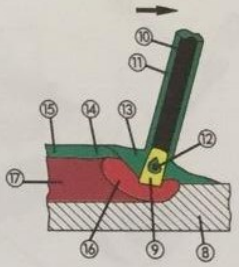
Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Sudarea cu electrod învelit

Simbol standardizat: E, cod standardizat: 111





1. Conexiune la reţea
2. Sursă de sudare
3. Cablu de sudare
4. Cablu de sudare retur
5. Cleşte portelectrod
6. Electrod
7. Clema cablului de retur
8. Piesa de sudat
9. Arcul electric
10. Miezul metalic (vergea)
11. Învelişul electrodului
12. Transferul picăturilor
13. Gaze protectoare din învelişul electrodului
14. Zgură lichidă
15. Zgură solidificată
16. Baia de sudare
17. Sudura solidificată

Descriere prescurtată

Sursa de căldură este arcul electric, care arde între un electrod învelit (material de adaos) şi piesa de sudat. Arcul electric topeşte materialul de bază (la temperaturi de peste 5000 °C). Concomitent se topeşte şi miezul metalic (vergea) (preponderent din oţel carbon), precum şi învelişul electrodului, care apoi sub formă de picături este transferat în baia de metal topit. Învelişul este format din substanţe minerale şi / sau celuloză. El are funcţia de a îmbunătăţi conductivitatea electrică a arcului, de a proteja baia de sudare de aerul înconjurător prin formarea de gaze şi a zgurii, şi de a introduce elementele chimice necesare în baia de sudare. Tipul învelişului are un impact puternic asupra performanţelor de sudare în vederea tipurilor de transfer şi dimensiunilor picăturilor, fluidităţii băii de sudare, poziţia de sudare şi posibilitatea de îndepărtare a zgurii. Învelişul electrodului este selectat în funcţie de sarcina de sudare.

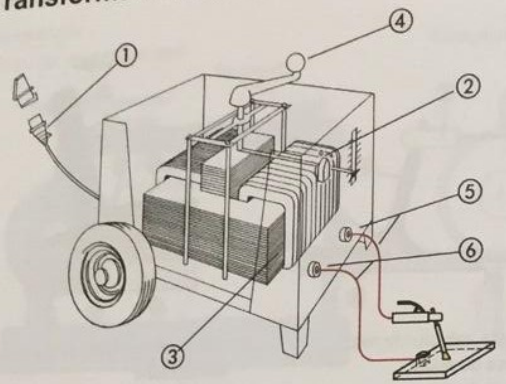
Domeniile de utilizare

Oţeluri de construcţie şi oţeluri aliate, tablă, profile şi ţevi, piese cu grosimea de la 3 mm în toate poziţiile, chiar şi în condiţii de lucru; la sudarea structurilor metalice, conductelor, rezervoarelor şi în inginerie mecanică.

Date tipice de sudare

Electrozi:	Diametrul: 2,0 – 2,5 – 3,2 – 4,0 – 5,0 mm, Lungimea: 250 – 450 mm
Curentul de sudare:	Intensitatea: în funcţie de producător
Rata de topire:	până la 3,5 kg/h

Transformatorul de sudare



Structura

1) Conectare la reţea
2) Întrerupător
3) Transformator (monofazat),
Funcţii:
Transformarea tensiunii înalte în tensiune joasă a sudării
Mărirea intensităţii curentului de sudare
4) Reglajul curentului de sudare cu maneta de reglare şi indicator
5) Borna de conectare şi cablul curentului de sudare
6) Borna de conectare şi cablul curentului de retur

Transformatorul de sudare livrează **curent de sudare alternativ**

Dezavantaje:

- nu este posibilă sudarea cu electrozi cu învelişul bazic
- sudarea în condiţii de pericol electric sporit este permisă, având tensiune în circuitul de sudare de cel mult 48 V, ceea ce poate provoca dificultăţi la amorsarea arcului
- de obicei, este conectat la o singură fază, astfel provoacă încărcarea neuniformă a reţelei de alimentare

Avantaje:

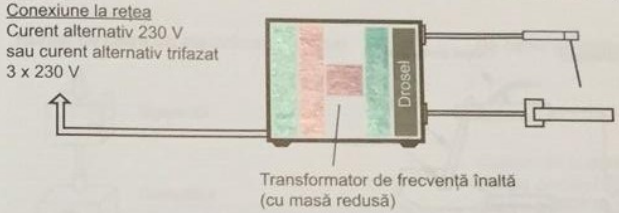
- nu are efect de suflaj
- construcţie simplă şi robustă
- preţ redus

Reglajul curentului de sudare este simplu şi se poate face prin două metode:

1. ajustarea lentă cu ajutorul manivelei
2. în trepte, cu ajutorul comutatorului de bobine

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Sursa de curent cu tranzistoare în circuitul primar



Dezavantaje:

- Efect de suflaj

Avantaje:

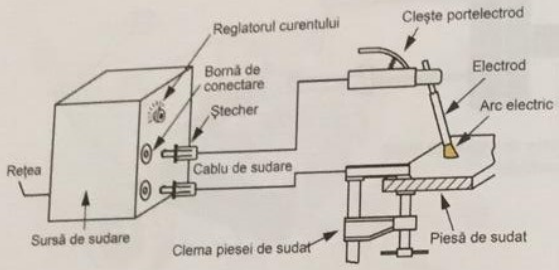
- Compatibil cu **toate** tipurile de electrozi
- Masă redusă, gabarite mici
- Insensibil la fluctuaţiile tensiunii reţelei de alimentare

Principiul de funcţionare a unui invertor pe bază de tranzistoare, ca elemente semiconductoare, presupune la prima etapă mărirea frecvenţei curentului alternativ de la 50 Hz la 10000 Hz până la 20000 Hz. Apoi transformatorul reduce tensiunea şi redresorul transformă curentul alternativ în curent continuu.

Datorită acestei scheme constructive, este redusă semnificativ masa şi îmbunătăţit randamentul. O sursă de sudare de tip invertor cu intensitate maximă a curentului de sudare de 320 A cântăreşte prin urmare, doar 30 kg.

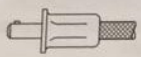
Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Echipamentele circuitului de sudare



Conexiunea cablului de sudare la sursa de sudare

- Se va ține cont de fixarea sigură la borna sursei de sudare
- Se vor alege cabluri cu secțiunea transversală și lungimea corespunzătoare intensității curentului de sudare

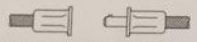


Conector-baionetă

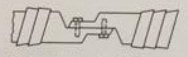
Conector electric cu clemă (papuc), fixată prin lipire sau presare

Îmbinarea (prelungirea) cablurilor de sudare

- Protecția cablurilor de sudare împotriva deteriorării izolației
- Utilizarea cuplajelor izolate

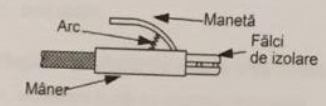


Conector extern Conector intern



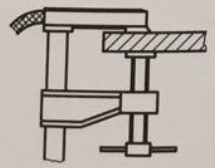
Conector electric Izolarea cu tub de cauciuc sau tub termocontractabil

Clește portelectrod cu izolație completă



Niciodată nu utilizați pentru izolarea cablurilor bandă izolatoare!!!
Piesele cu izolație defectă trebuie imediat înlocuite

Conectarea cablului de retur la piesa de sudat
Clemele piesei de lucru trebuie de plasat în apropierea locului de sudare. Nu se admite utilizarea barelor, țevilor, conductelor de apă sau altor structuri metalice de ocazie, ca conductoare de curent retur. Asigurați-vă că suprafețele de contact sunt curate și netede!



Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Lucrările de conectare şi întreținere a sursei de sudare

Numai de către un electrician calificat

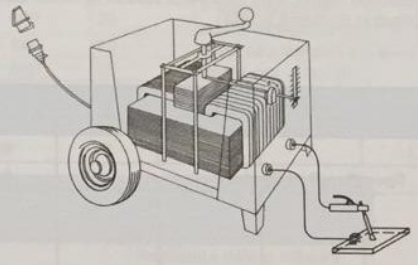
Siguranță

Comutator

Priză de conectare la rețea

De către un sudor

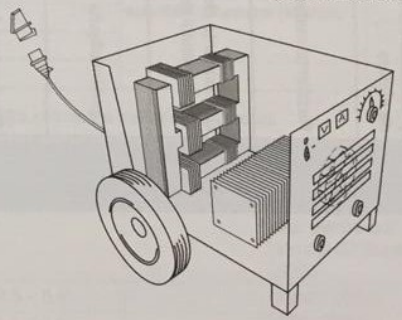
Cabluri de sudare
Clește portelectrod
Clema piesei de sudat
Asigurați-vă de o izolare bună!



Transformator de sudare

Toate reparațiile și verificările periodice ale surselor de energie electrică

Toate sursele de alimentare de suflat în mod periodic cu aer comprimat uscat



Schimbarea direcției de rotire a ventilatorului de răcire

În timpul sudării se va ține cont suplimentar:
- Păstrarea liberă a orificiului de răcire
- Verificarea direcției de rotire a ventilatorului de răcire

Atenție: Sudorul trebuie să efectueze lucrări de întreținere, dar nu reparații.

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Electrozii înveliți, conform DIN EN ISO 2560

Domeniu de valabilitate: Electrozii înveliți sunt utilizați pentru sudarea oțelurilor carbon și oțelurilor cu granulație fină

Caracteristica electrodului învelit cuprinde date referitoare la:

- proprietățile miezului metalic,
- proprietățile învelișului și
- proprietățile de sudare

Proprietățile materialului de adaos trebuie să fie compatibile cu cele ale materialului de bază.

Marcajul electrodului învelit conform DIN EN ISO 2560, Varianta A

Pentru marcajul exact al unui electrod învelit, sunt utilizate 8 semne în formă abreviată, cifre sau simboluri. Din acestea doar primele 5 sunt obligatori (în formă scurtă)

Explicație prin exemplu:

ISO 2560-A–	E	46	3	1Ni	B	5	4	H5
Indicii	1	2	3	4	5	6	7	8
	Specificații obligatorii					Specificații suplimentare		
	Procesul de sudare	Limită de rezistență la tracțiunea și elasticitate a materialului de sudare	Rezilienta materialului sudurii	Componența chimică a materialului de sudare	Tipul învelișului	Tipul curentului de sudare	Poziții de sudare	Conținutul de hidrogen în sudură

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Marcajul electrozilor înveliți. Explicarea particularităților

Explicarea particularităților

ISO 2560-A–	E	42	4	–	B	4	2	H5
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)

La 1): Simboluri prescurtate pentru produs
E = Sudarea cu electrod învelit

La 2): Indicii de rezistență și elasticitate a materialului sudurii

Indicele	Limita minimă de curgere MPa (N/mm²)	Rezistența la tracțiune MPa (N/mm²)	Elasticitatea minimă în %	Notă
35	355	440 – 570	22	Limita de curgere a materialului de adaos trebuie să fie la fel sau mai mare decât cea a materialului de bază
38	380	470 – 600	20	
42	**420**	**500 – 640**	**20**	
46	460	530 – 680	20	
50	500	560 – 720	18	

La 3): Caracteristicile rezilienței

Simbol	Temperatura în °C pentru încercarea de reziliență minimă 47 J	Notă
Z	Nicio cerință	Reziliența este o măsură pentru tenacitatea materialului sudurii. Cu cât este mai mare numărul, cu atât materialul sudurii este mai rezistent la solicitări dinamice (lovituri).
A	+20	
0	0	
2	-20	
3	-30	
4	**-40**	
5	-50	
6	-60	

La 4): Abreviere pentru compoziția chimică a materialului sudurii

Simbolul elementului de aliere	Compoziția chimică în %			
	Mn (Mangan)	Mo (Molibden)	Ni (Nichel)	Notă
Fără simbol	**2,0**	–	–	oțel pentru construcții S235 până la S355
Mo	1,4	0,3 – 0,6	–	pentru oțeluri slab aliate cu molibden
MnMo	>1,4 – 2,0	0,3 – 0,6	–	
1Ni	1,4	–	0,6 – la 1,2	pentru oțeluri de înaltă rezistență cu granulație fină (max. 500 MPa limita de curgere)
2Ni	1,4	–	1,8 – 2,6	
3Ni	1,4	–	>2,6 – 3,8	
Mn1Ni	>1,4 – 2,0	–	>0,6 – 1,2	
Mn2Ni	>1,4 – 2,0	–	>1,2 – 2,6	
1 NiMo	1,4	0,3 – 0,6	0,6 – 1,2	
z	oricare altă compoziție chimică stabilită			

ISO 2560-A–	E	42	4	–	B	4	2	H5
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)

La 5): Simbolurile pentru tipurile de înveliș al electrodului

Simbol	Tipul de înveliș al electrodului
A	acid
C	celulozic
R	rutilic
RR	rutilic gros
RC	cu rutil-celulozic
AR	acid-rutilic
RB	rutil-bazic
B	**bazic**

La 6): suplimentar: indicii pentru randamentul și tipul curentului

Indice	Randament %	Tipul curentului de sudare
1	≤105	CC, CA
2	≤105	CC
3	>105 ≤125	CC, CA
4	**>105 ≤ 125**	**CC**
5	>125 ≤ 160	CC, CA
6	>125 ≤ 160	CC
7	>160	CC, CA
8	>160	CC

La 7: suplimentar: Indicii pentru pozițiile de sudare

Indice	Poziții de sudare
1	Toate pozițiile (PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG)
2	**Toate pozițiile, în afară de poziția vertical descendentă (PA, PB, PC, PD, PE, PF)**
3	Sudură cap la cap „în jgheab", suduri în colț în poziție orizontală și „în jgheab" (PA, PB)
4	Sudură cap la cap „în jgheab", suduri în colț „în jgheab" (PA)
5	ca și 3, recomandat în poziția vertical descendentă (PA, PB, PG)

La 8): suplimentar: Simbolurile pentru conținutul hidrogenului în materialul de sudare

Simbol	Conținutul de hidrogen în ml / 100 g materialul sudurii, max.
H 5	**5**
H 10	10
H 15	15

Notă: Cu cât mai mic este conținutul de hidrogen, cu atât mai rezistent este materialul sudurii la fisurare (evitarea fisurilor la rece). Datele despre conținutul de hidrogen se oferă de cele mai multe ori numai pentru învelișul bazic.

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Electrozii utilizați frecvent

Cele mai utilizate tipuri la sudarea oțelurilor carbon cu limita de curgere până la 380 MPa (N/mm²)

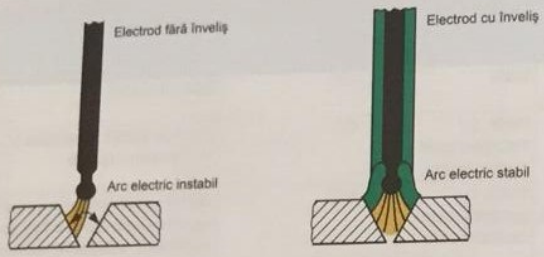
Tipurile de electrozi conform DIN ISO 2560	Utilizare	Poziții de sudare	Tipul și polaritatea curentului de sudare	Proprietăți și recomandări de utilizare
ISO 2560-A-E 42 0 RC 11	utilizarea universală până la 6 mm grosime	toate	CA, CC-	Ușor de sudat
ISO 2560-A-E 42 0 RR 12	utilizarea universală	toate, cu excepția celei descendente	CA, CC-	Ușor de sudat, amorsare și reamorsare ușoară
ISO 2560-A-E 42 2 RB 12 ISO 2560-A-E 42 O RB 12	suduri de poziție la structuri din oțel și țevi	toate, cu excepția celei descendente	CA, CC-	Zgură vâscoasă, prin urmare, vizibilitate bună a băii de sudare (în special la sudarea rădăcinii)
ISO 2560-A-E 42 4 B 42 H5 ISO 2560-A-E 42 2 B 32	elemente structurale cu grosimi mari, structuri rigide, oțeluri de înaltă rezistență	toate, cu excepția celei descendente	CC+, la unele tipuri la fel este posibil și curent alternativ	Tenacitate înaltă a sudurii, fosforul și sulful sunt legați în zgură, prin urmare, rezistență bună la fisurare. Higroscopic. Necesită uscare preventivă (calcinare) conform instrucțiunilor producătorului, cu păstrare în termostat la cca 100°C, sudarea cu arc scurt (cca. 1/2 diametru electrod)
ISO 2560-A-E 41 2 C 25	doar la sudarea conductelor din țevi	descendentă	CC+, sudarea rădăcinilor este posibilă și în CC-, cu tensiune înaltă în gol	Fum intens, aruncare mare de stropi. La arderea învelișului se produce o cantitate mare hidrogen, ceea ce poate provoca fragilizarea prin hidrogen a materialului sudurii. Prin sudarea în mai multe straturi, hidrogenul va fi evacuat, astfel, se va reduce fragilizarea
ISO 2560-A-E 38 0 RR 54 ISO 2560-A-E 38 2 B 74	suduri în colț ale elementelor de construcție lungi	poziția "în jgheab" și orizontală	CC+,CC-,CA	Electrozi cu rata înaltă de topire și randament foarte înalt prin conținutul de pulberi de fier în înveliș

Notă: Datele privind conținutul de hidrogen difuzibil –H5, H10, H15 – sunt specificate de obicei de către producătorii de electrozi numai pentru electrozii bazici.

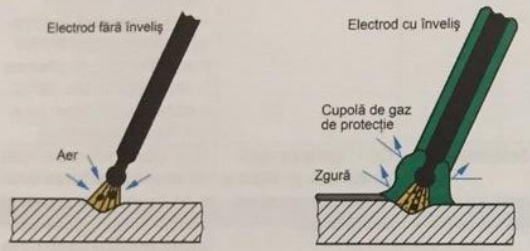
Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Funcţiile învelişului electrozilor

Facilitarea procesului de amorsare şi stabilizarea arderii arcului electric
(de ex., prin compuşii de potasiu şi calciu)



Formarea zgurii (de ex., prin minereuri, silicat, piatră de calcar, fluorită) şi a unei cupole de gaz de protecţie
Cupola de gaz de protecţie se formează prin arderea părţilor componente organice, ca de exemplu, celuloza şi prin descompunerea carbonaţilor. ($CaCO_3 - CaO + CO_2$)



Funcţiile zgurii

- protejează baia de sudare de accesul O_2 şi a N_2 din aer
- reduce viteza de răcire a sudurii
- formează profilul sudurii
- influenţă metalurgică asupra băii metalice topite

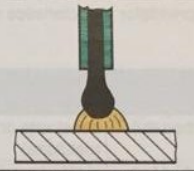
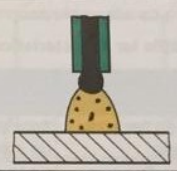
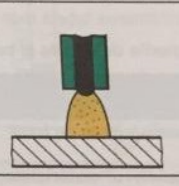
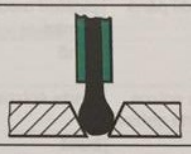
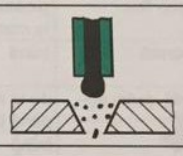
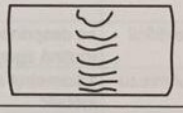
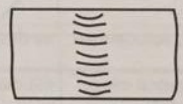
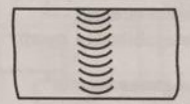
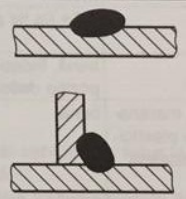
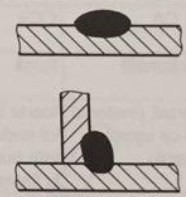
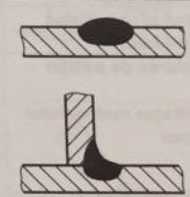
Dezoxidarea şi alierea materialului sudurii
(de ex., prin feromangan, ferosiliciu, crom, nichel)

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Clasificarea electrozilor

Electrozii înveliţi se clasicifică după grosimea şi tipul învelişului. Deoarece aceste două dimensiuni influenţează în mod decisiv calitatea sudurii, ele trebuie analizate mai detaliat.

Influenţa grosimii învelişului

	subţire	mediu	gros D = 1,6 • d
Grosimea învelişului			
Transferul materialului			
Capacitatea de acoperire a rostului			
Aspectul exterior al sudurii			
Pătrunderea sudurii			

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Clasificarea după tipul învelişului

Componentele folosite la fabricarea învelişului se clasifică după natură şi funcţiunea principală, cum ar fi, de ex., materialele minerale şi organice, elementele de aliere, precum şi silicatul de sodiu ca liant. Datorită combinaţiilor diferitelor materii prime, pe parcursul timpului au fost dezvoltate şi mai multe tipuri de amestecuri. Literele utilizate pentru marcarea tipului de înveliş (abrevierea tipului) indică asupra părţilor componente de bază ale învelişului.

Tipuri de bază:		Tipuri-amestec
A = înveliş acid		AR = înveliş acid-rutilic
B = înveliş bazic		RB = înveliş rutilic-bazic
C = înveliş celulozic		RC = înveliş rutilic-celulozic
R = înveliş rutilic	RR = înveliş rutilic cu grosime mare	

Următoarea tabelă redă o privire de ansamblu asupra proprietăţilor caracteristice ale tipurilor de bază.

Tipurile de înveliş şi proprietăţile lor caracteristice

Proprietăţi/tip	A = înveliş acid	B = înveliş bazic	C = înveliş celulozic	R/RR = înveliş rutilic
Componente de bază	oxizi de fier şi de mangan	fluorită, carbonatul de calciu	substanţe organice (celuloza)	dioxid de titan (rutil)
Transferul materialelor	picături fine	picături medii până la mari	picături medii până la mari	picături fine până la medii
Capacitatea de acoperire a rostului	moderată	bună	bună	de la moderată până la bună
Aspectul exterior al sudurii	netedă, puţin solzoasă	de la mediu solzos până la foarte solzos	foarte solzos	neted, puţin solzos
Adâncimea de pătrundere a sudurii	medie	bună	bună	bună
Detaşabilitatea zgurii	bună, autodetaşabilă	se desprinde dificil	se desprinde uşor (puţină zgură)	se desprinde uşor
Lungimea arcului electric	=diametrul miezului metalic	=½ diametrul miezului metalic	=diametrul miezului metalic	=diametrul miezului metalic
Tipul şi polaritatea curentului	CC- , CA	CC+	CC+ (la fel şi CC-)	CC- , CA
Sudarea de poziţie	restricţionată	bună	bună, îndeosebi în poziţie descendentă	bună
Calitatea materialului depus	moderată (material sudat ce uşor se fisurează)	foarte bună, materialul sudurii cu plasticitate bună, rezistent la fisurare	bună	bună
Apariţia fumului	moderat	puternic	foarte puternic	moderat
Proprietăţi deosebite		sensibil la umiditate; reuscarea conform prescripţiilor producătorului; se va suda în stare uscată (termostat)	preponderent pentru suduri verticale descendente	

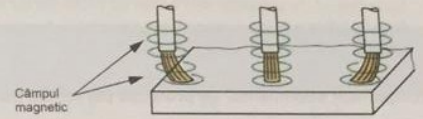
Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Suflajul magnetic

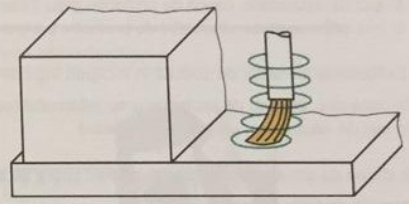
Arcul electric este – la fel ca şi orice conductor de curent – înconjurat de un câmp magnetic. Interacţiunea dintre curentul de sudare şi câmpul magnetic asimetric al arcului poate cauza o deflecţie a arcului, cunoscută sub denumirea de suflaj magnetic.

Motivele cel mai des întâlnite ale efectului de suflare, în special la sudarea cu curent continuu

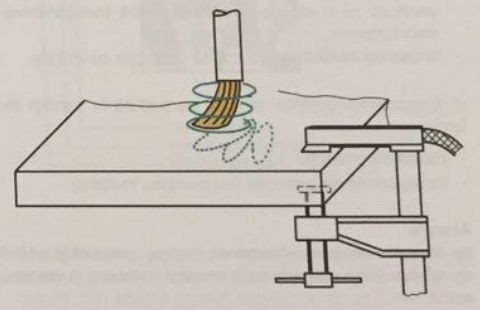
Sudarea la marginea piesei de lucru



Sudarea în apropierea pieselor de lucru masive

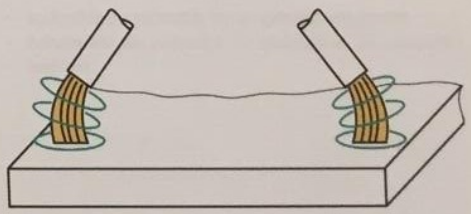


Sudarea în apropierea clemelor piesei



Măsuri de combatere a suflajului

- Înclinarea electrodului;
- Mutarea sau fixarea clemei cablului de retur la ambele capete ale rostului;
- Reducerea distanţelor dintre heftuiri (puncte de prindere)
- Alegerea procedeului potrivit; după posibilitate, se va opta pentru sudarea în curent alternativ în locul celui continuu



Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Echipamentul de protecţie personală

Sudorul trebuie să se protejeze de pericolele existente: curent electric, radiaţia arcului electriuc, stropi fierbinţi de metale, părticele de zgură, precum şi substanţe nocive, folosind echipamentul corespunzător.

Cerinţe în condiţii normale de muncă (de ex., în atelierul de sudare)

- Mănuşi de protecţie pentru sudori
- Vizieră/scut de protecţie sau ecran de protecţie cu filtrele de protecţie corespunzătoare
- Şorţ de piele sau costum de protecţie greu inflamabil
- Încălţăminte cu talpă termoizolantă

Echipament suplimentar de protecţie personală pentru situaţii şi condiţii de muncă excepţionale

a) Executarea lucrărilor de sudură deasupra capului

- în caz de necesitate, cască de protecţie greu inflamabilă
- în caz de necesitate, dispozitiv de protecţie pentru urechi greu inflamabil

b) Executarea lucrărilor de sudură în încăperi înguste

- în orice caz, costum de protecţie greu inflamabil (care nu este îmbibat cu ulei şi grăsimi)
- în caz de necesitate, un respirator potrivit

c) Sudarea cu arc electric în condiţii de risc sporit de electrocutare

- strat intermediar izolant
- verificaţi cu o atenţie deosebită, dacă încălţămintea şi mănuşile de protecţie pentru sudori sunt uscate şi nedeteriorate
- în caz de necesitate, cască de protecţie cu izolare

d) Executarea lucrărilor tehnice de sudură în condiţii de risc mecanic, de ex., risc de cădere a pieselor sau de lovire

- cască de protecţie
- încălţăminte de protecţie (cu bombeu metalic)

Atenţie:
Se interzice păstrarea flacoanelor-spray, precum şi a brichetelor în îmbrăcămintea de protecţie, deoarece ele pot să se deschidă sub acţiunea termică, precum şi din cauza mecanismelor de deschidere nesigure – pericol de arsuri.

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

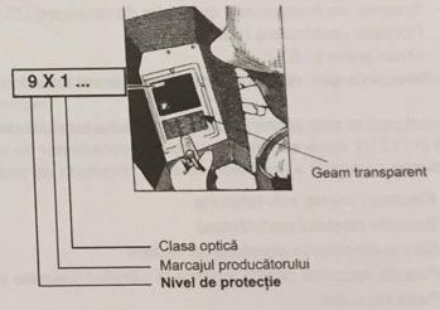
Radiaţia optică, zguri

Arcul electric generează radiaţie puternică în sectorul ultraviolet vizibil şi în cel infraroşu, care cauzează orbirea puternică şi arderea ochilor, precum şi înroşirea puternică a pielii. Este necesară protecţia ochilor şi a pielii prin utilizarea îmbrăcămintei de protecţie, a mănuşilor de protecţie şi a ecranelor de protecţie cu filtrele de protecţie corespunzătoare.

Niveluri de protecţie în dependenţă de intensitatea curentului electric

Intensitatea curentului electric în Amperi	20...40	40...80	80...175	175...300	300...500	>500
Niveluri de protecţie recomandate	9	10	11	12	13	14
	Creşterea eficienţei filtrului →					

Marcajul filtrelor de protecţie



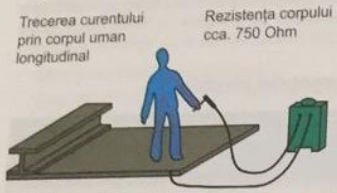
Protecţia la înlăturarea zgurii

La înlăturarea zgurii, particulele care se sfărâmă şi zboară în jur pot cauza vătămări grave ale ochilor şi arsuri. Din aceste motive este necesar de purtat echipamentul de protecţie potrivit. Îndeosebi de importantă este protecţia ochilor prin intermediul:

- scuturilor de protecţie cu un geam transparent
- ochelarilor de protecţie cu dispozitive de protecţie laterale

Curentul electric

Acţiunea asupra corpului uman



In cazul tensiunii la mersul în gol de 80 V şi tensiunii de cca. 107 mA

In cazul tensiunii la mersul în gol de 80 V şi tensiunii de cca. 80 mA

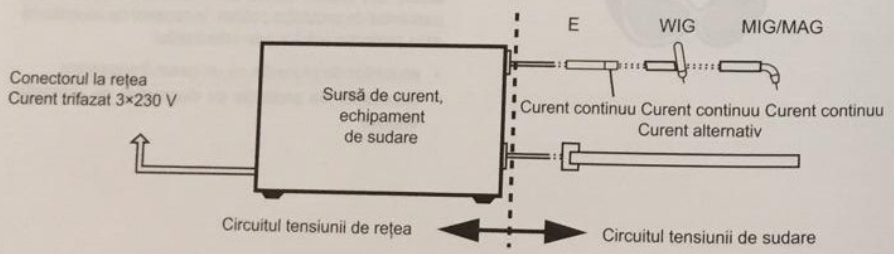
În cazul trecerii curentului electric prin corpul uman, în funcţie de intensitatea curentului, traseul curentului, tipul curentului şi durata acţionării, pot apărea următoarele consecinţe:

- Spasme musculare (≤ 15 mA)
- Spasme ale musculaturii organelor de respiraţie (25 până la 80 mA)
- Fibrilaţie ventriculară (> 80 mA)
- Arsuri grave (> 5 A)
- Reacţii de şoc, care pot duce, de ex., la vătămări în cazul căderii (vătămări secundare)

Acest pericol este prezent nu numai în cazul tensiunii de 230/400 V, ci şi în condiţii de tensiune de sudare mai joasă (<113 V), deoarece în cazul tuturor procedeelor de sudare cu arc electric, din diferite motive, nu este posibilă izolarea completă a unor elemente ale circuitului de sudare. Punctele posibile de contact sunt, de ex.:

- Electrozii înveliţi sub tensiune
- Bacurile cleştelui portelectrod
- Sârma-electrod la pistoletul de sudare
- Piesele neizolate pentru legarea la pământ (clemele piesei de sudat)
- Piesa de sudat
- Masa pentru sudare, instalaţia pentru sudare

Măsuri de protecţie



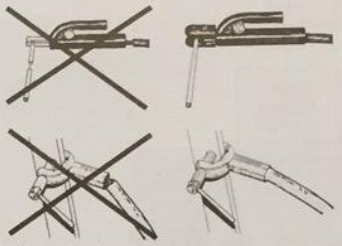
Sursa de alimentare cu tensiune de reţea
Următoarele tipuri de lucrări pot fi executate numai de către electricieni calificaţi:

- Montarea siguranţelor sau întrerupătoarelor diferenţiale
- Instalarea conectorului de reţea la sursă
- Comutare pe altă clemă sau repararea conductorului de curent electric
- Efectuarea lucrărilor de reparaţie la sursa de curent de sudură sau la aparatul de sudare
- Verificări planificate ale sursei de sudare

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH

Tensiunea aparatului de sudură

- Respectaţi tensiunea admisibilă pentru mersul în gol (Caz standard: Curent continuu 113 V, Curent alternativ 80 V efectiv)
- Deconectaţi sursa de sudare în cazul întreruperii lucrărilor pe mult timp, sau deconectaţi cablul în cazul schimbării electrodului
- Verificaţi siguranţa conectării cablului de retur al curentului de sudare înainte de a începe lucrările de sudură (altfel persistă pericolul curenţilor vagabonzi)
- Înlăturaţi imediat defectele izolaţiei a cleştelui portelectrod, arzătorului de sudare, utilizând piese originale

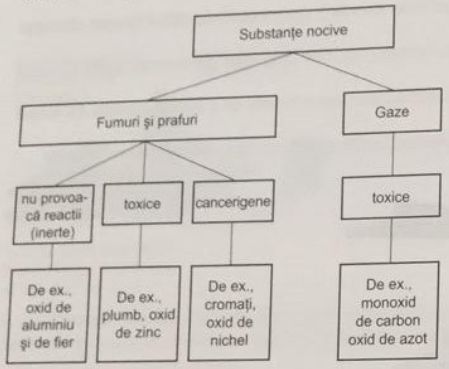


- Protejaţi cablurile electrice şi furtunurile pentru sudură contra deteriorării lor prin călcare, înlăturaţi imediat defectele izolaţiei (Utilizarea benzii izolatoare nu se permite!)
- Plasaţi cleştele portelectrod sau arzătorul de sudură numai pe suport izolat

- Efectuaţi schimbul de electrod numai în mănuşi de protecţie. Rupeţi capetele sârmei-electrod numai cu ajutorul cleştelui izolat şi în mănuşi de protecţie
- Din cauza riscului provocării defectelor de izolaţie greu depistabile, nu amplasaţi cablul peste obiecte, nu strângeţi sub braţ cleştele portelectrod sau arzătorul de sudură
- Protecţia sudorului (la sudarea manuală cu electrod învelit) se asigură prin izolaţie suficientă. De ex., protecţia picioarelor se realizează prin purtarea încălţămintei uscate cu talpă din cauciuc (care corespunde normelor de siguranţă). Protecţia mâinilor se asigură prin purtarea mânuşilor din piele, uscate, cu manşetă. Protecţia corpului se realizează prin purtarea costumului de protecţie uscat.

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH

Substanţele nocive şi acţiunea lor



Vechi:
Coeficient MAC:
Concentraţie maximă la locul de muncă

Coeficient COT:
Concentraţie orientativă tehnică

Măsuri de protecţie

Sudare cu gaze:

- După posibilitate, alegeţi duze mici de sudură
- La întreruperea lucrărilor deconectaţi arzătorul de sudură, de ex., cu ajutorul economizorului de gaze

Sudare cu arc electric:

- Lucraţi după posibilitate cu arc electric scurt
- Nu depăşiţi parametrii de sudură recomandaţi (intensitatea curentului electric, tensiunea, debitul de gaz protector)
- Poziţionarea corectă a piesei de prelucrat şi poziţia corectă a sudorului (atrageţi atenţia la direcţia vântului)

- Poziţia corectă a scutului de protecţie la sudarea manuală cu electrod învelit
- Utilizarea sistemelor de ventilaţie şi de aspiraţie la depăşirea valorilor maxime stabilite pentru concentraţia substanţelor nocive

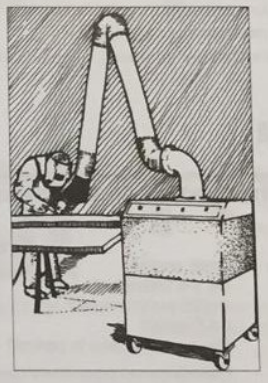
Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH

Măsuri de ventilare şi de aspiraţie

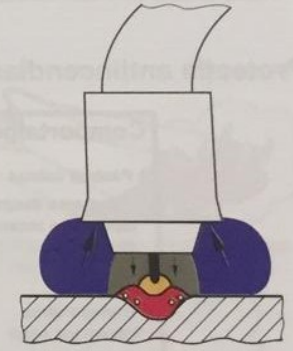
La toate procedeele cu arc electric şi autogene se formează substanţe nocive, cum ar fi, fumuri, prafuri şi gaze. Aceasta depinde de proces, de materialul de bază şi cel de adaos, de materialul auxiliar, precum şi, în anumite cazuri, de stratul acoperitor al piesei. Substanţele dăunătoare trebuie menţinute, pe cât de departe posibil, de zona de respiraţie a sudorului.
În acest scop servesc următoarele instalaţii de ventilare.

a) Ventilare/aerisire liberă (naturală)
Schimbarea aerului are loc pe cale "naturală", de ex., prin uşi şi ferestre.
Utilizare: la procedeele de sudare cu conţinut redus de substanţe nocive (ca WIG), în cazul sudării pentru timp scurt.
b) Instalaţii tehnice de aerisire a încăperilor (ventilatoare, suflante)
c) Instalaţii staţionare şi mobile de aspiraţie cu elemente flexibile de capturare
d) Instalaţii de aspiraţie cu reglare prin constrângere
Prin încorporarea sistemelor de aspiraţie în viziera de protecţie sau în arzătorul de sudare, substanţele nocive sunt absorbite la locul apariţiei acestora.

Sistem staţionar de aspiraţie



Instalaţie mobilă de aspiraţie



Sistem de aspiraţie integrat în arzător

Protecţia respiraţiei

La lucrările de sudare, unde nu este suficientă ventilare sau aspiraţie a substanţelor nocive, se recomandă utilizarea căştilor sau a bonetei de protecţie a respiraţiei (de ex., la sudarea pieselor zincate sau plumbuite).

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH

Zgomotul

Zgomotul cu nivelul de 85 db (A) şi mai mult poate provoca deficienţe ale auzului. Un asemenea nivel de zgomot este posibil şi la anumite procedee de sudare.

Exemple:

• Sudarea cu gaz	60 – 95 dB (A)
• Sudarea manuală cu electrod învelit	85 – 95 dB (A)
• Sudarea MIG/MAG	90 – 95 dB (A)
• Sudarea WIG	75 – 85 dB (A)

Notă: dB (A) este o unitate de măsură a nivelului de zgomot fiziologic, ponderat pe curba de ponderare A, care ţine seama de modul de percepere a urechii umane.

Măsuri de protecţie

- Izolaţia/ermetizarea acustică a sursei de zgomot
- Separarea spaţială de sursele de zgomot şi de la locurile de lucru
- Utilizarea arzătoarelor de sudare cu mai multe canale a duzei
- Dispozitive pentru protecţia urechilor: • Vată pentru urechi, • Dopuri pentru urechi, • Căşti de protecţie

Protecţia antiincendiară

Comportamentul în caz de incendiu

112
Apel de urgenţă

• **Păstraţi calmul**	
• **Anunţarea despre izbucnirea incendiului**	CINE anunţă? CE s-a întâmplat? UNDE s-a întâmplat? CÂŢI răniţi? Mai sunt persoane în pericol?
• **Transportarea într-un loc sigur**	Preîntâmpinaţi persoanele care sunt în pericol Evacuaţi persoanele neputincioase Închideţi uşile şi ferestrele Urmaţi căile de evacuare marcate Nu utilizaţi ascensorul Respectaţi instrucţiunile
• **Stingerea**	Folosiţi stingătoarele de foc/extinctoarele
• **Alte acţiuni**	Arătaţi drumul echipei de pompieri sau ambulanţei Interziceţi accesul celor curioşi

Telefon pentru anunţarea incendiului

Buton de alarmă

Extinctor

Căi de evacuare

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

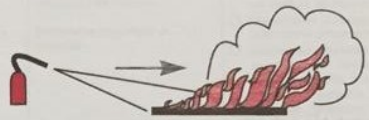
Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Combaterea incendiilor

În cazul unui incendiu se vor întreprinde următoarele acţiuni:

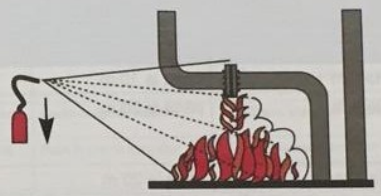
- se va anunţa despre incendiu serviciul de pompieri, cu indicarea exactă a locului incendiului
- se vor anunţa persoanele aflate în pericol şi se vor transporta într-un loc sigur persoanele neputincioase
- persoanele care au haina în flăcări nu trebuie să alerge, flăcările se vor înăbuşi prin acoperire sau ceva asemănător
- se vor închide uşile şi ferestrele, pentru a evita curenţii de aer
- se vor combate imediat flăcările/incendiul cu dispozitivele de stingere a focului

Utilizarea corectă a stingătoarelor de foc/extinctoarelor

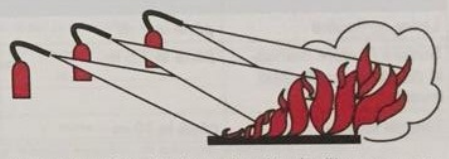


Stingătorul se va ţine în direcţia vântului

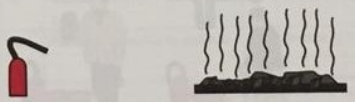
Se va începe stingerea suprafeţelor în flăcări de la început



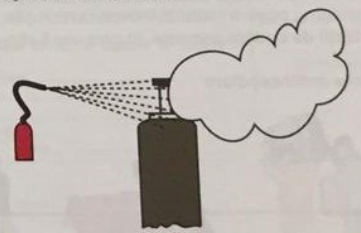
Incendiile provocate de picurare sau scurgeri se vor stinge de sus în jos



Se vor pune în aplicaţie mai multe singătoare concomitent şi nu unul după altul



Atenţie la reaprindere



Incendiile la butelii se vor stinge din spate sau dintr-o parte, de ex., cu stingătorul cu pulbere sau cu bioxid de carbon

Atenţie: În cazul descompunerii acetilenei, se va închide robinetul buteliei şi pentru siguranţă, butelia se va răci cu multă apă (jet de apă).

Lucrările de sudare în sectoarele cu pericol de izbucnire a incendiilor şi de producere a exploziilor

La executarea lucrărilor de reparaţie şi de montare trebuie să se ia mereu în calcul sectoarele cu pericol de izbucnire a incendiilor şi de producere a exploziilor.

- **Sectoarele cu pericol de izbucnire a incendiilor:** acumularea hârtiei, a cartonului, a materialului de ambalare, a textilelor, a materialelor fibroase, a materialelor de izolare, a lânii lemnoase (talaşului), plăcilor aglomerate din lemn (PAL), a elementelor lemnoase etc.
- **Sectoarele cu pericol de producerea exploziilor:** apariţia amestecurilor de aer cu pericol de producere a exploziilor, dacă sunt prezente lichide inflamabile, gaze sau prafuri

Aceste materiale se pot inflama la sudare prin:
- flacără deschisă
- arc electric
- particule încinse de metal sau de zgură, scântei
- conducte cu agent termic, radiaţie de căldură

Valorile de referinţă pentru stabilirea sectoarelor periculoase cauzate de scântei:

Procedeul de lucru	sectoarele periculoase din cauza zborului de scântei		
	distanţa pe orizontală	distanţa pe verticală	
		în sus	în jos
Lipire cu flacără	până la 2 m	până la 2 m	până la 10 m
Sudare (sudare manuală cu gaz şi cu electrod învelit)	până la 7,5 m	până la 4 m	până la 20 m
Tăierea termică	până la 10 m	până la 4 m	până la 20 m

Înaiinte de începerea executării lucrărilor în sectoarele cu pericol de izbucnire de incendii şi de producere a exploziilor, se vor înlătura materialele inflamabile (la o distanţă de aproximativ 10 m). Dacă pericolul de izbucnire a incendiului nu poate fi înlăturat/îndepărtat complet, atunci lucrările de sudare pot fi începute doar la obţinerea unei **autorizaţii de sudare** semnate, în care vor fi stipulate măsurile de securitate necesare.

Măsurile antiincendiare

Înlăturare/îndepărtare — Acoperire — Etanşare/izolare — Monitorizarea locului inflamabil — Control repetat

În cazul în care pericolul de explozie nu poate fi înlăturat, atunci: **Sudarea interzisă!**

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă prelucrarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă prelucrarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Autorizaţia de sudare conform Regulilor Societătii Germane de Asigurări Sociale în Caz de Accident la locul de muncă /SGASCA (DGUV-Regel) 100-500

Autorizaţia de sudare
conform Regulilor SGASCA 100-500 Cap. 2.26 „Sudare, tăiere şi tehnici conexe"

1	Locul de lucru		
1a	Domeniu cu pericol de incendiu / explozie	Extinderea spaţială în jurul locului de lucru: Cerc (raza) de ..... m, înălţimea de ..... m, adâncimea de .... m	
2	Sarcină de lucru (de ex. separarea grinzii portante), procedee de lucru	Nume:	
3 3a	Măsuri de securitate în cazul pericolului de incendiu Înlăturarea pericolului de incendiu	❒ Înlăturarea oricăror substanţe sau obiecte mobile inflamabile, în caz de necesitate se vor înlătura de asemenea şi depunerile de praf; ❒ Demontarea învelişurilor/izolărilor de pe pereţi şi tavan, dacă acestea acoperă substanţele inflamabile sau dacă ele însăşi sunt inflamabile; ❒ Acoperirea substanţelor sau obiectelor inflamabile staţionare (de ex.: grinzi din lemn, pereţi din lemn, pardoseli din lemn, obiecte din lemn, elemente din masă plastică) cu mijloace potrivite, în caz de necesitate acestea se vor umezi; ❒ Închiderea ermetică a orificiilor (de ex. rosturi, fisuri, orificii în pereţi, orificii în conducte, jgheaburi, cămine, puţuri, domenii învecinate din argilă, ghips, mortar, pământ umed etc.) ❒ _____	Nume: Executat de: (Semnătura)
3b	Punerea la dispoziţie a mijloacelor de stingere a incendiilor	❒ Stingător de foc cu ❒ Apă ❒ CO_2 ❒ Pulbere ❒ Pături pentru stingere ❒ Nisip ❒ Furtun conectat la sistemul de alimentare cu apă ❒ Căldări umplute cu apă ❒ Anunţarea serviciului de pompieri, în caz de necesitate	Nume: Executat de: (Semnătura)
3c	Gardă în caz de incendiu	În timpul executării lucrărilor de sudare Nume _____	
3d	Pază în caz de incendiu	după finalizarea lucrărilor de sudare Durata: _____ ore Nume _____	
4 4a	Măsuri de protecţie în cazul pericolului de explozie Înlăturarea pericolului de explozie	❒ Înlăturarea tuturor substanţelor şi obiectelor explozive – de asemenea şi depunerile de praf, rezervoarele cu conţinut periculos sau cu resturile acestui conţinut ❒ Înlăturarea pericolului de explozie în conducte ❒ Închiderea ermetică a rezervoarelor, aparatelor sau conductelor staţionare care conţin sau conţineau lichide, gaze sau prafuri, în caz de necesitate în legătură cu efectuarea măsurilor de aerisire ❒ Efectuarea măsurilor de aerisire conform EX-RL, în legătură cu executarea controlului metrologic la locurile de lucru ❒ Instalarea aparatelor de semnalizare de gaze _____ ❒ _____	Nume: Executat de: (Semnătura)
4b	Supraveghere	❒ Controlul eficacităţii măsurilor de siguranţă Nume _____	
4c	Ridicarea măsurilor de protecţie	După finalizarea lucrărilor tehnice de sudare după _____ ore Nume _____	
5	Alarmare	Locul celui mai apropiat buton de alarmă de incendiu _____ Telefoane _____ Tel. pompieri _____	
6	Întreprinderea beneficiară (beneficiar) _____ Data	De măsurile menţionate în punctul 3 şi 4 se va ţine cont de pericole apărute în rezultatul condiţiilor la faţa locului. _____ Semnătura	
	Întreprinderea-executor (Executor) _____ Data	Se permite începerea lucrărilor menţionate în p. 2 numai cu condiţia, că au fost luate măsurile de siguranţă stipulate în p. 2 şi/sau 4. _____ Semnătura	Informarea executorului conform p. 2. _____ Semnătura

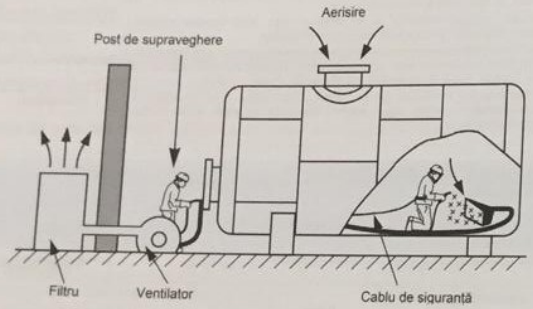
Atenţie:
Întreprinderea care execută lucrările de sudare (executorul), după coordonarea cu beneficiarul, este responsabilă pentru eliberarea autorizaţiei de sudare şi pentru luarea măsurilor de siguranţă

Lucrările tehnice de sudare în încăperi înguste

Drept încăperi înguste se consideră, de ex:

- Rezervoare
- Cazane
- Vase
- Conducte
- Camere cave în cadrul construcţiilor, maşinilor, podurilor, navelor
- Încăperi de subsol mici, fără ferestre

Lucrările în încăperi înguste, în special lucrările de reparaţie şi de întreţinere tehnică, fac parte din categoria lucrărilor periculoase. Aceste tipuri de lucrări pot fi începute doar după stabilirea măsurilor de protecţie corespunzătoare în **instrucţiunile de utilizare** şi **autorizaţiile de acces**.



La executarea lucrărilor de sudare, sudorul urmează să respecte următoarele reguli:

Să verifice înainte de a începe executarea lucrărilor, dacă:

- există acces liber în încăperile înguste (de ex., autorizaţia de acces)
- s-au realizat toate măsurile de siguranţă contra pericolului de incendiu şi de explozie (autorizaţia de sudor)
- furtunurile şi aparatele de sudură cu gaze sunt etanşe
- marcajele

S sau K

sau 42V au fost aplicate pe sursa de sudură

În timpul executării lucrărilor

- să asigure aerisirea suficientă (nu cu oxigen pur)
- să poarte respiratorul în condiţii de aerisire insuficientă
- să plaseze buteliile cu gaz comprimat şi sursele de sudare în afara spaţiilor înguste
- să poarte îmbrăcămintea de protecţie greu inflamabilă
- să utilizeze suporturi izolatoare, în cazul sudării cu arc electric
- să scoată furtunurile şi aparatele de sudură din spaţii înguste, în cazul întreruperii lucrărilor pe un timp îndelungat
- să utilizeze lanterne portabile cu tensiunea joasă (24 sau 48 V)

După finalizarea lucrărilor

- să retragă toate aparatele
- să informeze persoana responsabilă (supraveghetorul) despre finalizarea lucrărilor

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Executarea lucrărilor în condiţii de pericol sporit de electrocutare

Premize

- Intrare forţată în contact cu piesele conducătoare de curent electric a părţilor de corp neprotejate (de ex., fiind în genunchi, şezând, fiind în poziţia culcată, rezemându-se)
- Spaţiul liber pentru mişcare între piesele conducătoare de curent electric este mai mic de 2 m (este posibilă contactarea întâmplătoare)
- Locul de lucru ud, umed sau fierbinte (reducerea considerabilă a rezistenţei electrice a pielii şi îmbrăcămintei)

Consecinţe

Risc sporit de trecere a curentului prin corpul omului cu următoarele consecinţe:

- Spasme musculare
- Fibrilaţie ventriculară
- Reacţii de şoc

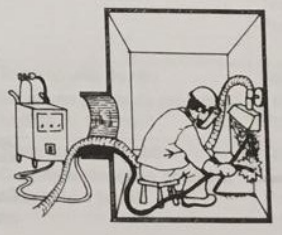
Măsuri de protecţie

- Limitarea tensiunii la mersul în gol (curent continuu ≤ 113 V, curent alternativ efectiv ≤ 48 V)
- Utilizarea surselor de curent de sudură potrivite şi corespunzător marcate

Simbol nou: S Simboluri vechi: K (Sursă de curent continuu)

42V (Sursă de curent alternativ)

- Nu instalaţi sursele de curent de sudare în încăperile unde există pericol sporit de electrocutare
- Pe lângă îmbrăcămintea de protecţie uscată, utilizaţi suplimentar straturile intermediare izolante (covoraşe de cauciuc, grătare de lemn)
- Mijloace electrice (de ex., lanternele, dispozitivele pentru tăiere abrazivă) pot fi exploatate numai la tensiune joasă



În cazul executării lucrărilor de sudare în aer liber este necesar de respectat suplimentar următoarele instrucţiuni:

- Sursele de curent de sudare fără dispozitive de protecţie trebuie să întrunească în aer liber cel puţin condiţiile prevăzute pentru tipul de protecţie IP 23
- Conductoarele de curent de sudare nu trebuie să fie în apă; se cere o bună izolaţie a conductoarelor de curent de sudare, precum şi a îmbinărilor acestor conductoare
- Lucrările de sudare pot fi executate în timpul ploii doar cu condiţia, că sudorul este protejat împotriva umezelii şi udării îmbrăcămintei lui de protecţie (de ex. prin utilizarea corturilor, umbrelelor la şantierele de construcţie)

Sudarea rezervoarelor cu conținut periculos

Prin rezervoare înțelegem, de ex.: butoaie, cisterne, aparate, conducte

Prin conținut periculos înțelegem, de ex.:

- substanțe toxice
- substanțe inflamabile
- substanțe explozive

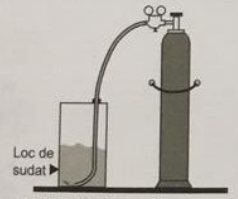
Atenție!
- **Și resturile acestor substanțe sunt periculoase!**
- **Nu utilizați rezervoarele în calitate de suport pentru piesa de sudat!**
- **Manipulați rezervoarele cu conținut necunoscut la fel ca și rezervoarele cu conținut periculos!**

Măsuri de protecție

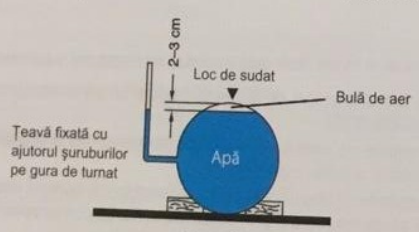
1. Serviciul de supraveghere competent trebuie să stabilească măsurile de protecție și să controleze executarea lucrărilor
2. Respectați instrucțiunile de utilizare
3. Pregătiți mijloacele de stingere
4. Efectuați egalizarea potențialelor, legarea la pământ întru evitarea electrizării statice
5. Deschiderea dispozitivelor de blocare fără scânteiere
6. Golire
7. Curățare (de ex., clătire, tratare cu abur)
8. Material protector de umplutură pentru suprimarea flăcării

Material protector de umplutură pentru suprimarea flăcării

Cu azot
(mai ușor decât aerul)



Cu dioxid de carbon
(mai greu decât aerul)



Cu apă

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Pregătirea rosturilor – privire de ansamblu și noțiuni

Realizarea unei îmbinări prin sudare necesită o pregătire minuțioasă a marginilor pieselor de sudat. Teșirea rostului (șanfrenarea) poate fi efectuată prin metode mecanice (foarfecare, rabotare, frezare) sau metode termice (tăiere cu gaze, crăițuire, tăiere cu plasmă, tăiere cu fascicul de laser).

Metode de pregătire a rostului			Tipuri de oțel, grosimea piesei (tendință)	Forma elementului de construcție	Forma marginii
Metode mecanice de debitare		Foarfecare: • Foarfece pentru tablă • Foarfece cu role	Toate tipurile de oțel Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 25 mm)	Tablă	
		Așchiere: • Rabotare • Frezare	Toate tipurile de oțel Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 50 mm)	Tablă Țeavă	
		Dispozitiv de șanfrenare (portabil)	Toate tipurile de oțel Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 25 mm)	Tablă Țeavă Profil	
Metode termice de debitare	Tăiere prin ardere	Tăiere cu gaze	Oțeluri nealiate Grosimea piesei de prelucrat nelimitată (< 3000 mm)	Tablă Țeavă Profil	
		Șanfrenare cu flacără	Oțeluri nealiate	Tablă Țeavă Profil	
		Tăiere cu fascicul de laser și oxigen	Oțeluri nealiate Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 20 mm)	Tablă Țeavă Profil	
	Tăiere prin topire	Crăițuire arc-aer	Toate tipurile de oțel	Tablă Țeavă Profil	
		Tăiere cu plasmă	Toate tipurile de oțel Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 180 mm)	Tablă Țeavă Profil	
		Tăiere cu fascicul de laser	Toate tipurile de oțel Grosimea piesei de prelucrat limitată (< 15mm)	Tablă Țeavă Profil	

a) Tăiere prin ardere:
Procedeul se sprijină pe faptul, că oțelul încălzit până la temperatura de aprindere cca. 1100 °C **arde** în jetul de oxigen pur. Pe lângă căldură, în urma acestei reacții se formează și zgură, care este eliminată din rost cu ajutorul jetului de oxigen.

b) Tăiere prin topire:
Procedeul se sprijină pe faptul, că materialul de tăiat **se topește** local prin utilizarea surselor de energie termică concentrată (plasmă, laser: ≥ 20000 °C) și se suflă din rostul format printr-un jet de gaze de viteză înaltă (temperatura jetului de aer constituie cca. 1500 °C).

Tăierea cu gaze

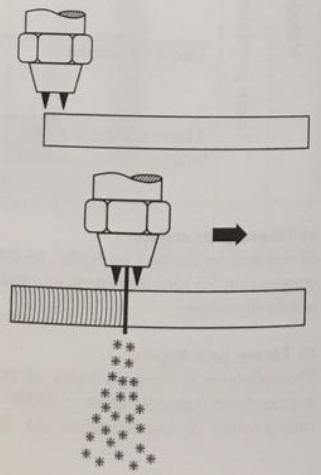
Gaze pentru tăiere

În calitate de sursă de energie termică se utilizează o flacără fierbinte, care se formează în rezultatul arderii unui gaz combustibil (acetilenă, propan, gaz natural) şi oxigen.

Gaze combustibile	Puterea flacării kW/cm²	Temperatura flacării °C	Raportul de amestec de gaz combustibil: oxigen	Influenţa gazelor combustibile
Acetilenă (C_2H_2)	43,0	3200	1:1,1	• Timp cel mai scurt de încălzire • Topirea excesivă a marginilor tăiate • Cazuri frecvente de întoarcere a flăcării şi durata de viaţă scurtă a duzelor
Propan (C_3H_8)	10,3	2850	1:4,5	• Timp de încălzire mai lung • Tăiere curată cu muchiile superioare ascuţite • Siguranţă înaltă contra întoarcerii flăcării şi durata de viaţă mai mare a duzelor • Se potriveşte bine pentru tăierea pieselor cu grosimea de peste 300 mm (efect protector bun la tăierea cu jet de oxigen, datorat lungimii mari a flăcării)
Gaz natural	8,5	2770	1:1,8	

Etapele tăierii cu gaze

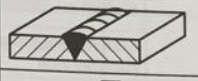
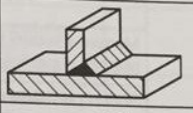
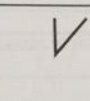
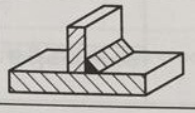
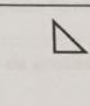
1. Flacăra încălzeşte materialul de prelucrat până la temperatura de aprindere şi curăţă suprafaţa de rugină, scorie etc.
2. De-a lungul jetului de oxigen materialul de prelucrat arde, transformându-se în zgură. Prin înaintarea arzătorului de tăiat se formează rostul.
3. Zgura fluidă se îndepărtează din rost de jetul de oxigen.



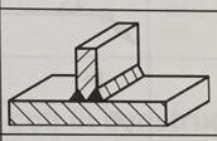
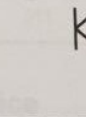
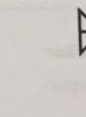
Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Reprezentarea şi notarea sudurilor pe desen

Simboluri de bază, utilizate frecvent

Denumirea	Reprezentarea	Simbolul
Sudură în I		
Sudură în V		
Sudură în HV		
Sudură în colţ		

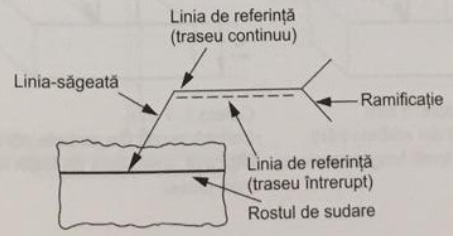
Simboluri combinate, utilizate frecvent

Denumirea	Reprezentarea	Simbolul
Sudură în V din ambele părţi, (sau în X)		
Sudură în HV din ambele părţi		
Sudură în colţ din ambele părţi		

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Desenul de referinţă

Reprezentarea, cu ajutorul căreia pot fi indicate simboluri, dimensiuni şi alte date pentru executarea lucrărilor, constă din:



Linia întreruptă poate fi trasată fie deasupra, fie sub linia de referinţă continuă. La reprezentarea grafică a simbolurilor dublu simetrice, linia întreruptă se omite.

Simboluri suplimentare şi complementare pentru suduri

Reprezentarea sudurilor în desene se execută conform DIN EN 22553. Majoritatea simbolurilor au fost deja explicate în A6.

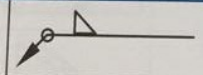
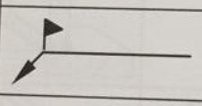
Simboluri suplimentare

pentru formele suprafeţelor	Simbol
concavă	⌓
plană	—
convexă	⌒

Pentru executarea rostului	Simbol
Sudură cu completare la rădăcină	⌓ 1)
Sudură netezită prin prelucrări suplimentare	▽
Marginile sudurii trebuie netezite prin retopire superficială	⤵
Suport permanent la rădăcină	M
Suport detaşabil la rădăcină	MR

1) În locul acestor simboluri, în standardele de lucru este utilizat frecvent simbolul semicercului plin, ●, care, însă, nu este indicat în standard.

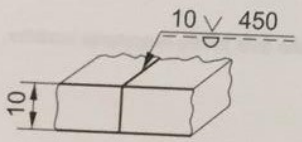
Simboluri complementare

Particularităţi de realizare şi tipul sudurii	Simbol
sudură în colţ circulară	
sudură de montaj	

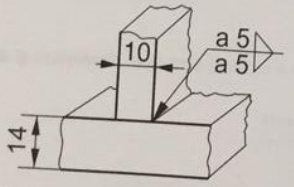
Dimensiunile sudurilor

Consecutivitatea datelor:

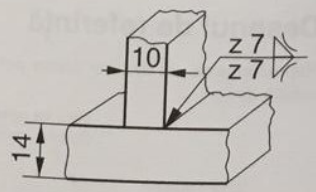
Grosimea sudurii sau dimensiunea executării
Simbolul elementar sau simbolul combinat
Lungimea sudurii



Grosimea sudurii: 10 mm
Sudură în V cu completare la rădăcină
Lungimea sudurii: 450 mm



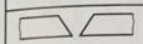
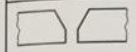
Grosimea sudurii: 5 mm
Sudură în colţ din ambele părţi, executată pe toată lungimea piesei



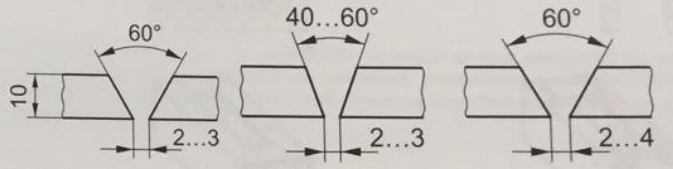
Cateta z: 7 mm
Sudură în colţ din ambele părţi, concavă, executată pe toată lungimea piesei

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Exemple de pregătire a rosturilor, în dependenţă de grosimea piesei, accesibilitate şi procedeul de sudare

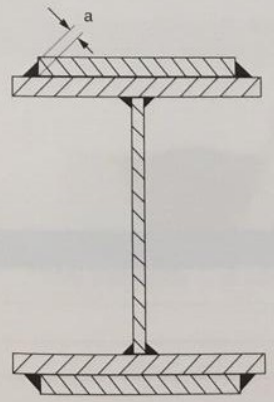
Forma rostului	Simbolul	Accesibilitate	Grosimea piesei la			
			311/G	141/WIG	111/E	135/MAG
	‖	dintr-o parte	până la 4 mm			
	V	dintr-o parte	3 până la 10 mm			
	Y	din ambele părţi	–	peste 10 mm		
	X	din ambele părţi	–	peste 10 mm		

Detalii pentru pregătirea rosturilor în V, sudate dintr-o parte, în dependenţă de procedeul de sudare şi grosimea tablei



Abreviere procedeu	E, WIG	MAG	G
Notare procedeu	111, 141	135	311

Utilizarea sudurilor în colţ în construcţiile metalice

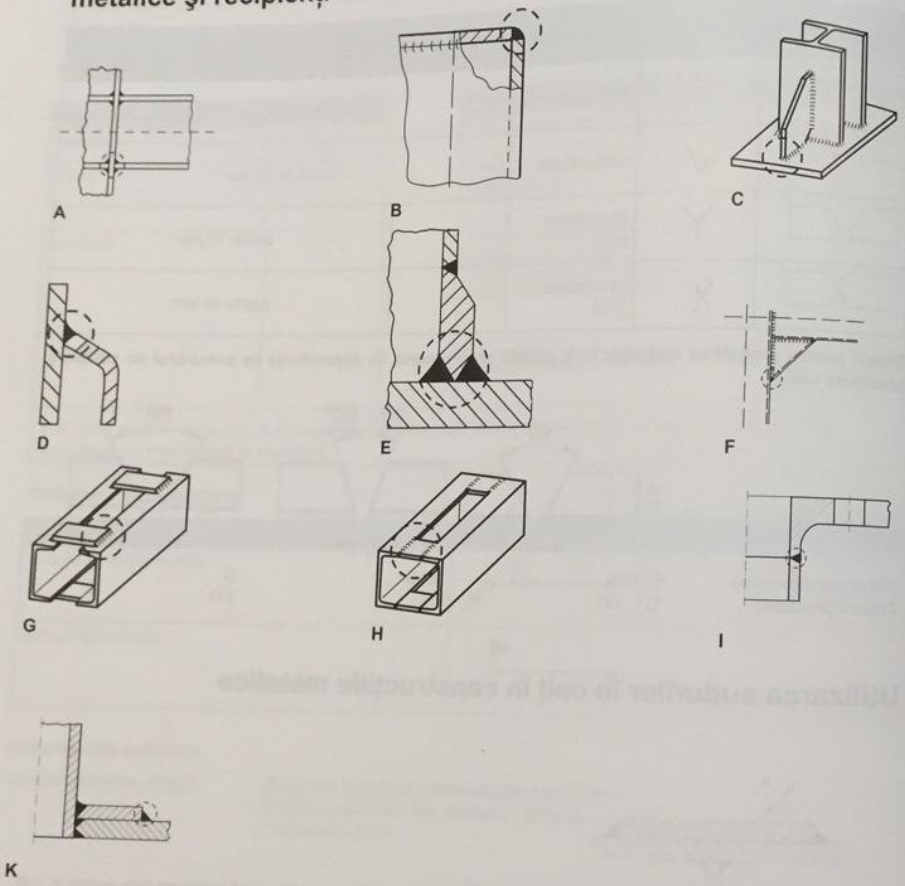


Piesele pregătite conform dimensiunilor vor fi îmbinate prin suduri în colţ.

Se va suda din poziţiile cele mai oportune pentru sudare. Se va tinde, în acest caz, spre obţinerea sudurilor plane.

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Exemple de îmbinări din domeniul confecțiilor de structuri metalice și recipienți



Îmbinări sudate

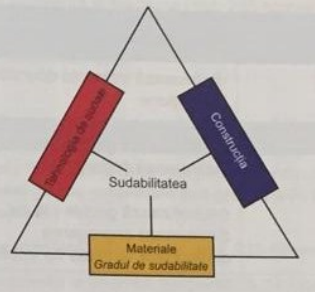
Tipuri de îmbinări	Litera
Îmbinare în colț B	B
Îmbinare în T	C, E
Îmbinare oblică	D, F
Îmbinare prin suprapunere	G, K
Îmbinare cap la cap	H, 1
Îmbinare în T dublă	A

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Sudabilitatea unui element de construcție

Un oțel se consideră sudabil fără precauții speciale, printr-un anumit procedeu și pentru un anumit scop, dacă într-o construcție constituită din mai multe elemente, poate asigura împreună cu îmbinările sudate, caracteristicile locale și generale prescrise pentru construcția sudată. Operația de sudare poate influența valoarea de întrebuințare a unui produs, prin intermediul a trei elemente care se intercondiționează reciproc, anume: material, tehnologie de sudare și construcție.



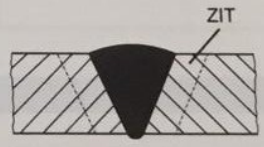
Unele domenii se influențează reciproc mai mult sau mai puțin. Astfel, în funcție de tipul elementului de construcție, acesta poate avea sudabilitatea **bună, condiționată** sau **nesudabil**. Sudabilitatea condiționată poate fi explicată, de exemplu, prin aptitudinea condiționată de a fi sudabil. Posibil că acest fapt poate fi înlăturat prin modificarea construcției sau a tehnologiei de fabricare.

Exemple

Exemplul 1:
Într-o clădire veche istorică urmează să fie sudată o grindă de tavan din anul 1906. Această grindă se caracterizează printr-o segregare puternică de sulf. Pentru procedeul de fabricare prevăzut – „Sudare în mediu de gaz protector" sudabilitatea lipsește, deoarece materialul segregat este doar condiționat sudabil. O soluție ar putea fi aplicarea sudării cu electrod cu învelișul bazic. Stratul segregat urmează să fie tăiat cât mai puțin posibil.

Exemplul 2:
O tablă cu grosimea de 30 mm din S355 este sudabilă doar condiționat; ea tinde spre călire.
Preîncălzirea creează o posibilitate bună de sudare și compensează sudabilitatea ei condiționată.

Fără preîncălzire → structură dură



Cu preîncălzire → nu se obține o structură dură

Ce este oţelul?

Oţelul reprezintă un aliaj din fier şi carbon cu conţinutul de carbon mai mic de 2 %.

Elementele însoţitoare şi impurităţi în oţeluri
Pe lângă carbon, în oţel se mai conţin şi alte elemente, numite elemente însoţitoare şi impurităţi. Ele provin din suplimente (minereuri), pereţii cuptorului şi din impurităţi în timpul producerii oţelului.

Elemente însoţitoare

Elementul	Simbolul chimic	Efectul
Mangan	Mn	diminuează influenţa dăunătoare a sulfului, sporeşte rezistenţa la tracţiune
Siliciu	Si	neutralizează gazele (de ex., oxigenul) diminuează segregarea
Aluminiu	Al	neutralizează gazele (de ex., oxigenul) diminuează segregarea diminuează tendinţa de îmbătrânire

Impurităţi

Elementul	Simbolul chimic	Efectul
Sulf	S	reduce forjabilitatea, măreşte fragilitatea la cald, formează segregări, sporeşte fragilitatea
Fosfor	P	înrăutăţirea forjabilităţii, fragilitate la cald, formează segregări, fragilitate sporită
Azot	N	fragilitate sporită (îmbătrânire), îndeosebi la oţelurile necalmate
Hidrogen	H	fragilitate la hidrogen, formarea fisurilor (ochi de peşte, fulgi)

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Simbolizarea oţelurilor

După limita de rezistenţă la tracţiune

Oţel pentru construcţii conform DIN EN 10025-2	S235JR
S	Simbolul domeniului de utilizare (aici: oţel pentru construcţii) Alte simboluri: oţeluri pentru rezervoare sub presiune P; ţevi L; construcţia de maşini E
235	Valoarea limitei de rezistenţă la tracţiune (aici: 235 N/mm²)
JR	Simbolul pentru rezilienţă la anumită temperatură de încercare (aici: 27 J la temperatura camerei)

Oţel pentru construcţii conform DIN EN 10025-2	S355J2
S	Simbolul domeniului de utilizare (aici: oţel pentru construcţii) Alte simboluri: oţeluri pentru rezervoare sub presiune P; ţevi L; construcţia de maşini E
355	Valoarea limitei de rezistenţă la tracţiune (aici: 335 N/mm²)
J2	Simbolul pentru rezilienţă la anumită temperatură de încercare (aici: 27 J la -20 °C)

Oţel pentru construcţii cu granuraţie fină conform DIN EN 10028-3	P460N
P	Simbolul domeniului de utilizare (aici: rezervoare sub presiune)
460	Valoarea limitei de rezistenţă la tracţiune (aici: 460 N/mm²)
N	Normalizat sau normalizat prin deformare plastică

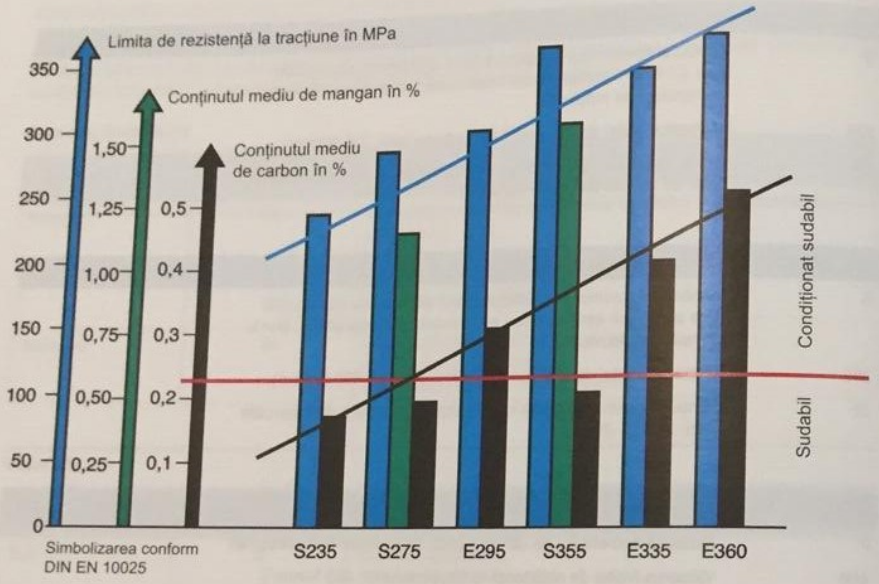
După compoziţia chimică

Oţel termorezistent conform DIN EN 10028-2	13CrMo4-5
13	Conţinutul de carbon în 1/100 % (aici: 0,13 %)
CrMo	Elemente de aliere (aici: crom şi molibden)
4-5	Conţinutul elementelor de aliere (aici: crom: 4/4 = 1 %, molibden: 5/10 = 0,5 %)

Oţeluri inoxidabile conform DIN EN 10088-1	X6CrNiTi18-10
X	Simbolul pentru oţelul înalt aliat
6	Conţinutul de carbon în 1/100 % (aici: 0,06 %)
CrNiTi	Elemente de aliere (aici: crom, nichel şi titan)
18-10	Conţinutul procentual (aici: crom = 18 %, nichel = 10 %) Dacă conţinutul de titan nu este indicat, atunci conţinutul de titan < 1 %

Se va utiliza doar la cursurile instituţiilor de învăţământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conţinutului. © DVS Media GmbH.

Sudabilitatea oțelurilor carbon pentru construcții



Oțelurile carbon pentru construcții conform DIN EN 10025, până la conținutul de carbon de 0,22 %, se consideră sudabile.

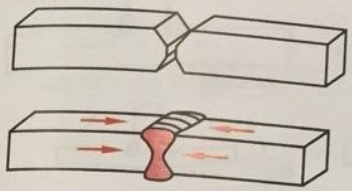
Oțeluri sudabile			Oțeluri sudabile condiționat		
S235	S275	S355	E295	E335	E360
La S355 în timpul sudării pot apărea dificultăți, deoarece pe lângă carbon mai sunt și alte elemente, care influențează negativ sudabilitatea.			Oțelurile sudabile condiționat se vor suda doar cu supravegherea coordonatorului sudării.		

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

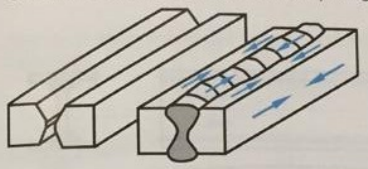
Contracția la sudare

Cusătura și materialul de bază învecinat se contractă în același mod.

Grinzi cu suduri în Y din ambele părți transversal



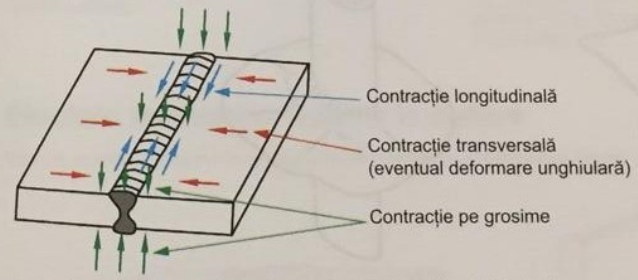
Grinzi cu suduri în Y din ambele părți longitudinal



În ambele cazuri rostul se contractă și în direcția grosimii.

Sudura se contractă principial în toate direcțiile.

Tipurile de contracție sunt grupate după direcția de acțiune ale acestora: contracție longitudinală, contracție transversală și contracție pe grosime.



Contracția pe grosime este de cele mai multe ori neglijabilă (mică).

Se va utiliza doar la cursurile instituțiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Valorile contracțiilor la sudare

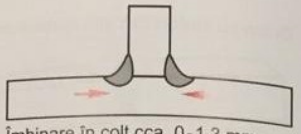
Contracția transversală

Scurtarea în plan transversal față de rost la table în formă liberă şi la sudurile simetrice

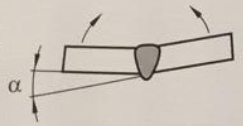
Argumentare: la sudurile în colț tabla de bază împiedică contracția

Deformație unghiulară la rosturile în V şi la sudurile în colț ale îmbinărilor în T

Îmbinare cap la cap cca. 0,6-3,3 mm



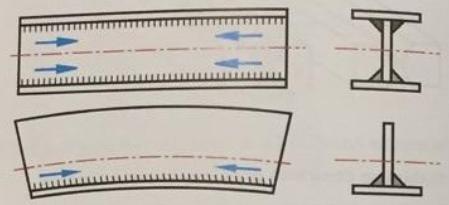
Îmbinare în colț cca. 0-1,3 mm



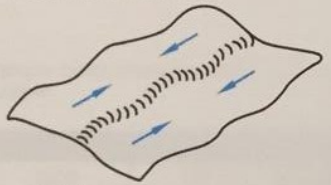
Contracția longitudinală

Scurtarea grinzilor de profil I cu suduri longitudinale (scurtarea până la cca. 1,3 mm per metru de lungime sudată a grinzilor)

Curbarea grinzilor T cu suduri longitudinale



Deformarea tablelor subțiri



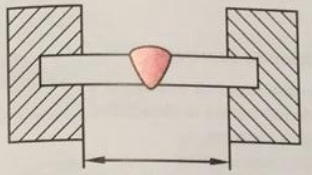
Ondulare

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Tensiunile interne la sudare

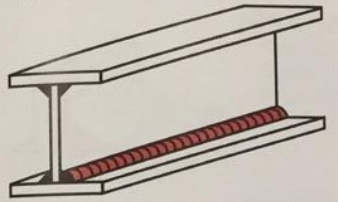
Tensiunile interne la sudare apar, dacă contracția este împiedicată. Contracția poate fi împiedicată de diferiți factori:

Fixarea pe exterior a piesei



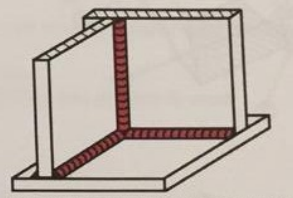
Tensiune longitudinală

Tensiune internă datorată materialului de bază învecinat



Contracția sudurii este împiedicată de rigiditatea înaltă a grinzii.

Tensiune internă datorată aglomerării de cusături

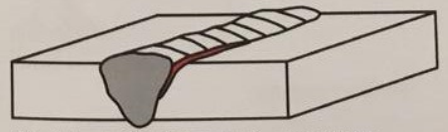


Punctul de colț al îmbinarii nu mai poate să-şi schimbe forma din cauza împiedicării reciproce a contracției.

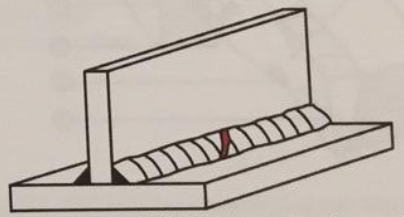
Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH.

Efectele tensiunilor interne la sudare

Risc de apariție a fisurilor în cazul posibilității reduse de modificare a formei.



Fisură longitudinală în sudură, consecință a tensiunilor transversale



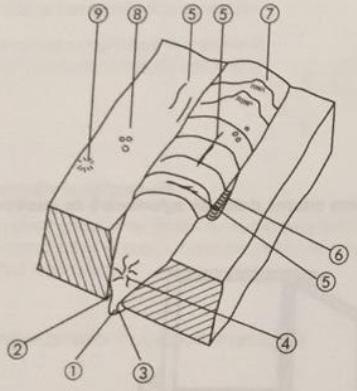
Fisură transversală în îmbinarea de colț, consecință a tensiunilor longitudinale

Reguli de reținut, referitor la tensiunile interne de sudare

- Tensiunile interne de sudare nu sunt vizibile.
- Tensiunile interne de sudare pot acționa în mai multe direcții.
- Tensiunile interne pot provoca fisuri şi rupturi.
- Tensiunile interne sunt deosebit de mari la lungimile de încastrare mici sau la sudurile cu secțiuni transversale mari.

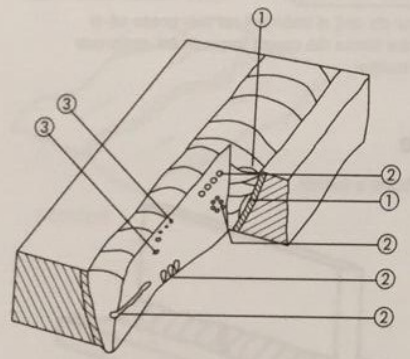
Privire de ansamblu asupra celor mai importante imperfecțiuni ale sudurilor

Imperfecțiune – orice abatere de la continuitate, formă, dimensiune, aspect, structură etc., prescrisă în standarde sau documentația tehnică a produsului.



Imperfecțiuni de suprafață

1) Convexitate excesivă a rădăcinii
2) Lipsa de pătrundere la rădăcină
3) Crestătura rădăcinii
4) Fisuri ale craterului final
5) Fisură
6) Crestături marginale
7) Supraînălțare excesivă a sudurii
8) Stropi de sudură
9) Loc ars



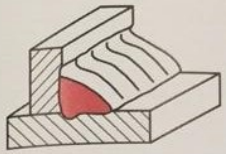
Imperfecțiuni interne

1) Lipsă de topire
2) Pori/Canal de gaz/Retasură
3) Incluziuni solide

Imperfecțiunile pot duce la pagube/prejudicii/avarii, îndeosebi în cazul solicitărilor dinamice ale îmbinării.

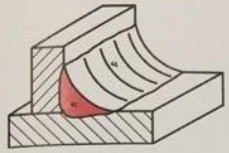
Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH

Imperfecțiunile sudurilor şi cauzele lor posibile – prezentate pe exemplul sudurilor în colț



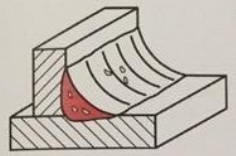
Crestături

- Intensitatea curentului de sudare este prea mare,
- Poziția electrodului învelit este prea verticală,
- Arcul electric este prea lung



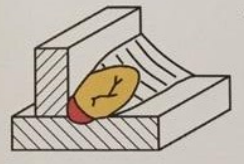
Incluziune de zgură

- Intensitatea curentului de sudare insuficientă,
- Viteza de sudare este prea mare,
- Curățare isuficientă a resturilor de zgură la sudarea în mai multe treceri



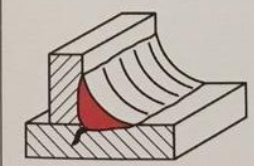
Incluziuni de gaz (pori)

- Suprafața piesei de prelucrat nu a fost curată (rugină, lubrifiant, substanțe acoperitoare),
- Arcul electric este prea lung,
- Electrodul cu înveliş alcalin nu este suficient de uscat



Crater final

- Îndepărtarea bruscă a electrodului de la baia topită. Îndeosebi în cazul intensităților mari ale curentului de sudare persistă pericolul apariției fisurilor prin contracție



Fisuri în zona de fuziune a sudurii

- Materialul de bază necorespunzător,
- Răcirea prea bruscă după sudare (călire)

Defectele rădăcinii

- Pătrunderea zgurii în regiunea rădăcinii în cazul distanței prea mari între piese

Se va utiliza doar la cursurile institutiilor de învățământ ale DVS.
Este interzisă preluarea conținutului. © DVS Media GmbH