

## **1. CONTROLUL IMBINARILOR SI PRODUSELOR SUDATE**

1.1. Care sunt etapele controlului cu lichide penetrante ?

- Pregatirea suprafetei, aplicarea penetrantului, indepartarea excesului de penetrant, uscarea suprafetei cercetate, aplicarea dezvoltantului si interpretarea indicatiilor de defect

1.2 Ce defecte pot fi decelate cu ajutorul controlului cu lichide penetrante ?

- numai defecte cu deschidere la suprafata cercetata de tip fisuri, micropori, etc.

1.3. Ce defecte pot fi detectate cu ajutorul controlului cu lichide magnetice ?

- Pot fi detectate defecte aflate la suprafata piesei verificate, in zona subsuperficiala

1.4. Ce sunt radiatiile penetrante (radiatia X si radiatia gamma) ?

- Sunt radiatii electromagnetice cu natura corpuscular ondulatorie provenite ca urmare a tranzitiilor la nivelul invelisului electronic (radiatia X) respectiv la nivelul nucleului (radiatia gamma)

1.5 Care sunt proprietatile radiatiilor penetrante ?

- se propaga rectiliniu cu viteza luminii, sunt extrem de penetrante datorita lungimii de unda mici, se atenueaza diferentiat atunci cand strabat materiale diferite, sunt supuse divergentei, impresioneaza emulsiile foto, produc fluorescenta, nu sunt deviate de campurile magnetice sau electrice, .....

1.6. Enumerati cativa izotopi radioactivi utilizati la controlul gamma.

- Cesium, Cobalt, Iridiu, Tului,

1.7. Ce rol au indicatorii de calitate a imaginii la controlul cu radiatii penetrante ?

- acestia ne dau dimensiunea minim detectabila a defectelor pe filmul radiografic si sunt de mai multe feluri : cu trepte, cu gauri cu fire, etc.

1.8. Care este principiul detectarii defectelor cu ultrasunete ?

- Principiul este reflexia ultrasunetelor la suprafata de separatie intre materialul piesei cercetate si defect care este un gol (sufluri, fisuri, ...) sau incluziune (zgura, metal, ...)

1.9. Care este scopul utilizarii uleiului sau a vaselinei intre palpator si piesa la controlul US ?

- asigurarea unei cuplari corecte care sa asigure patrunderea energiei ultrasonice in piesa si nu reflectarea ei la suprafata piesei.

## **2. ECHIPAMENTE SI TEHNOLOGII DE SUDARE PRIN TOPIRE**

### **2.1. Efectul Joule – Lenz la sudarea prin presiune**

Sudarea electrică prin presiune este un procedeu de sudare la care îmbinarea se obține la contactul dintre două componente ca rezultat al căldurii obținute prin efect Joule –Lenz la trecerea curentului de sudare prin componente cu rezistență electrică  $2R_p$ , respectiv prin rezistența de contact  $R_c$  dintre componente. Căldura degajată poate fi calculată cu relația:

$$Q = \int_0^t [R_c(t) + 2R_p(t)] \cdot I_s^2(t) \cdot dt$$

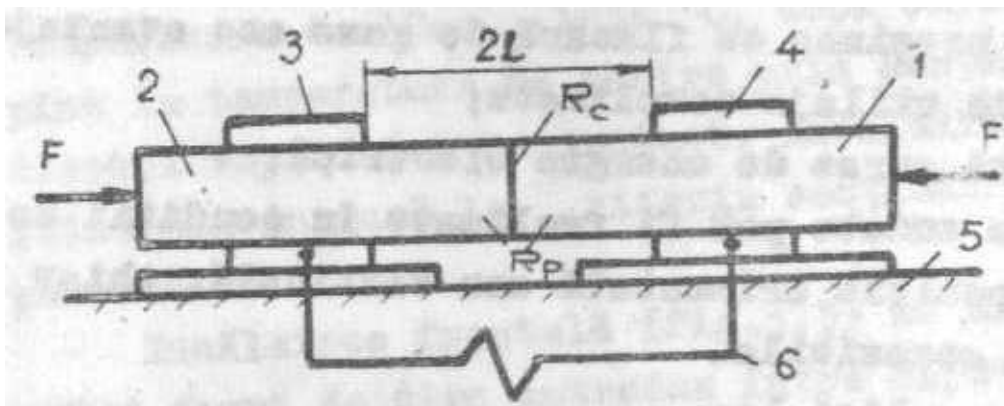
Această căldură aduce suprafața de contact a componentelor la temperatura necesară sudării.

### **2.2. Variante ale sudarii electrice prin presiune cap la cap cu topire intermediara**

Sudarea prin topire intermediară este un procedeu de sudare prin presiune cap la cap a două componente încălzite treptat până la topire prin efect Joule-Lenz la trecerea curentului electric prin capetele componentelor în zona de contact, cu sau fără preîncălzirea acestora, urmată de aplicarea unei forțe de refulare.

Schema de principiu:

Procedul are două variante:

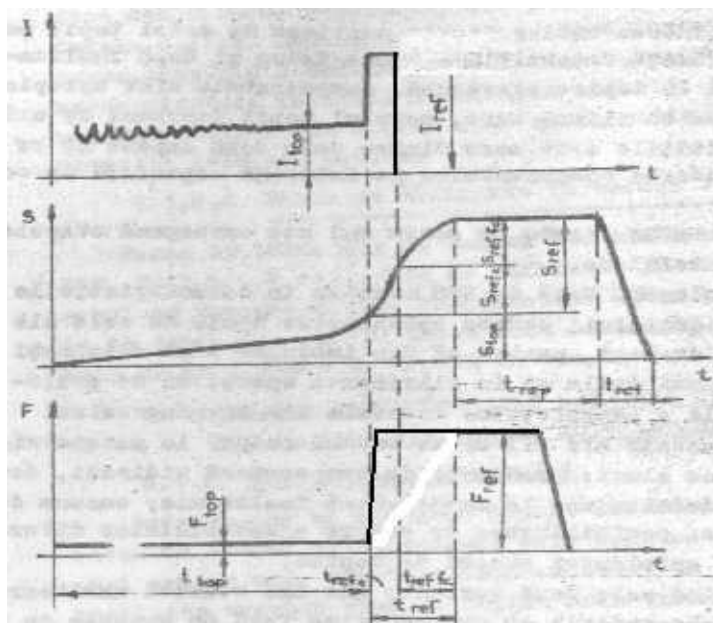


- sudarea cu topire directă, care cuprinde etapele: topire, refulare, eventual tratament termic postsudare;
- sudarea cu preîncălzire care cuprinde etapele: preîncălzire, topire, refulare, eventual tratament termic postsudare.

### 2.3. Ciclograma sudării STI-TD. Descriere

Pentru începerea sudării **STI** –componentele legate la secundarul transformatorului sunt puse sub tensiune. Prin apropierea componentelor cu o viteză foarte mică, prin deplasarea bacului mobil, proeminențele de pe suprafețele frontale ale pieselor sunt aduse în contact și se topesc succesiv în momentul când se ating, împiedicându-se prin aceasta stabilirea unui contact ferm între componente.

În faza inițială etapa de topire este de obicei un proces instabil fapt evidențiat de întreruperea periodică a jetului de scântei și de variațiile importante și dezordonate ale curentului de sudare. Pe măsură ce capetele componentelor se încălzesc procesul de topire se stabilizează, “ploaia” de scântei se uniformizează, valoarea medie a curentului are o ușoară tendință de creștere, iar variațiile aleatorii ale acestuia au amplitudine din ce în ce mai mică.



Pentru realizarea acestor premise este necesar, ca pe măsură ce capetele componentelor se încălzesc, să crească viteza de deplasare a bacului mobil, lucru evidențiat pe diagramă prin panta ascendentă a curbei “s” față de abscisă, ajungând în finalul topirii la o valoare de câteva ori mai mare ca viteza medie de topire. Se mai observă că pe toată perioada fazei de topire, forța de apăsare este de valori reduse și constantă.

După realizarea unei anumite scurtări la topire se execută refularea prin creșterea bruscă a vitezei bacului mobil fapt evidențiat de panta bruscă a curbei de deplasare a acestuia. La un moment dat se produce

contactul dintre componente pe întreaga suprafață frontală ceea ce conduce la creșterea curentului până la valoarea curentului de refulare.

După obținerea scurtării la refulare sub curent se întrerupe curentul electric prin decuplarea secundarului transformatorului de curent. Deplasarea bacului mobil continuă pentru realizarea scurtării la refulare fără curent. Prin aceasta se realizează închiderea craterelor formate la topire, eliminarea metalului topit și a oxizilor spre exterior și deformarea plastică necesară realizării îmbinării sudate.

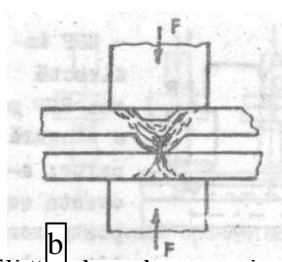
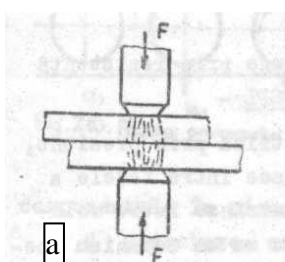
În timpul de repaos al bacului mobil forța de refulare se anulează și se desfac bacurile de strângere după care bacul mobil se retrage în poziția inițială (panta descendentă a curbei "s").

## 2.4. Stabilitatea topirii la sudarea prin presiune cap la cap

Condiția topirii stabile este dată de egalitatea dintre viteza de apropiere a componentelor (viteza de deplasare a bacului mobil)  $v_b$  și viteza momentană de topire  $v_{top}$ :

$$v_b = v_{top}$$

## 2.5. Avantajele sudarii electrice prin suprapunere in relief SPR



- ✓ productivitate ridicată datorită posibilității de sudare a mai multor puncte simultan;
- ✓ concentrarea mai puternică și localizată a căldurii prin intermediul proeminenței (bosajului);
- ✓ uzură mai mică a electrozilor de contact datorită formei acestora și densității de curent reduse prin ei.

## 2.6. Efectul de șuntare al curentului

În cazul în care se realizează un singur punct sudat între cele două componente curentul de sudare din secundarul sursei va trece integral prin zona de contact a componentelor obținută prin apăsarea locală cu ajutorul electrozilor de contact. Dacă punctul sudat urmează altor puncte executate anterior, o parte din curentul din secundarul sursei de sudare se ramifică atât prin zona de contact de realizare a punctului curent cât și prin punctele sudate anterior. În urma ramificării curentul care trece prin punctul de contact al componentelor va fi mai mic decât în cazul execuției unui singur punct. Acest fenomen poartă denumirea de *efectul de șuntare a curentului*, specific sudării prin presiune prin suprapunere, și are o influență negativă asupra formării punctelor de sudare.

## 2.7. Regim dur si regim moale la sudarea prin presiune

a. Regimul dur s-a generalizat datorită avantajelor pe care le are: productivitate mare (timp de sudare scurt de ordinul perioadelor), randament termic ridicat (pierderi mici de căldură), reproductibilitate ridicată a punctelor sudate (densitate de curent constantă). Densitatea de curent nu se modifică deoarece vârful electrozilor nu se uzează datorită încălzirii reduse a acestora.

Regimul dur se impune ca o necesitate în următoarele situații: sudarea materialelor cu conductibilitate termică ridicată, sudarea materialelor cu temperaturi de topire mult diferite, sudarea componentelor care impune localizarea precisă și redusă a căldurii introduse în componente.

b. Regimul moale determină următoarele aspecte:

- se încălzește un volum mai mare de material ceea ce conduce la amprente excesive pe suprafața componentelor respectiv la gradienti de temperatură mici și deci viteze de răcire mici;
- rezistența mecanică a punctelor sudate este inferioară celor sudate în regim dur;
- rezistența de contact dintre componente  $R_c$  are un rol mai puțin important la stabilirea câmpului termic datorită timpului de curent lung; prin urmare starea suprafețelor în contact influențează mai puțin calitatea punctului sudat, deci pregătirea componentelor este mai puțin pretențioasă;
- puterea absorbită de la rețea este mai mică decât la regim dur, însă energia necesară sudării crește datorită disipării mai mari de căldură în componente.

Folosirea regimului moale este indispensabilă: la sudarea oțelurilor nealiat cu conținut de carbon  $> 0,3\%$ , la sudarea unor oțeluri slab aliate sau aliate la care apare pericolul de călire, în cazul aliajelor cu

pericol mare de fisurare, pentru componente cu rigiditate mare pentru ușurarea deformației plastice necesare realizării contactului dintre componente.

## 2.8. Diametrul la vârf al electrodului

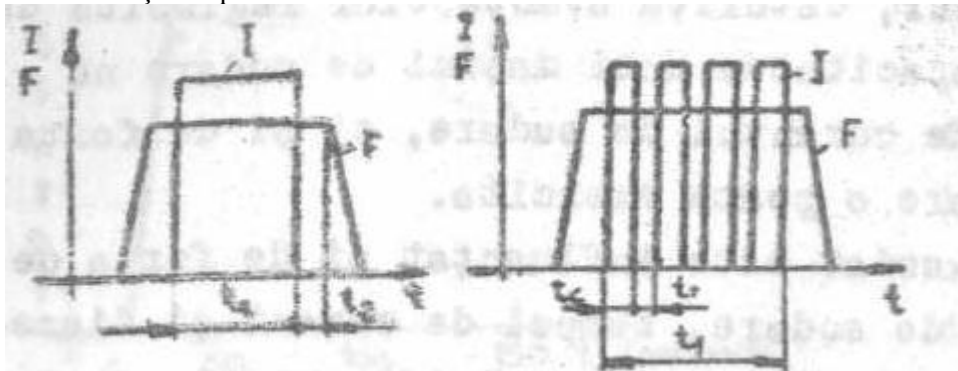
Pentru determinarea diametrului electrodului la vârf se poate folosi și următoarea relație generală:

$$d_e = 5 \cdot \sqrt{\delta}$$

unde:  $\delta$  – grosimea tablelor

## 2.9. Cicluri de sudare la sudare prin presiune în puncte. Descriere, aplicații

Ciclurile de sudare cu forță de apăsare constantă

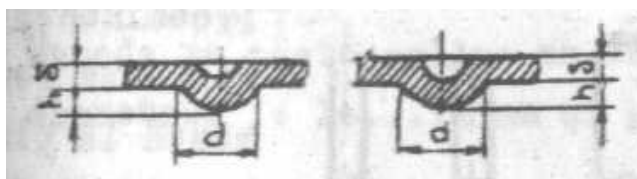


- cu un singur impuls de curent, stînga. Reprezintă cea mai simplă variantă. Se aplică la sudarea oțelurilor cu puțin carbon și cu grosimi de până la 4 ... 6 mm. Timpul  $t_2$  este important deoarece componentele se răcesc sub acțiunea forței de apăsare. Valoarea lui  $t_2$  este între 5 ... 50 perioade în funcție de grosimea componentelor fiind direct proporțională cu aceasta (de exemplu, 5 per. pentru grosimea de 1 mm, respectiv 50 per. pentru grosimea de 5 mm).
- Sudarea cu impulsuri de curent, dreapta. Se folosește la sudarea oțelurilor cu puțin carbon cu grosimea componentelor de peste 5 mm sau când suprafața componentelor nu este suficient de netedă și contactul dintre acestea este dificil de realizat, precum și la unele oțeluri călibile. Această variantă permite o conservare mai bună a vârfului electrozilor datorită timpului de pauză " $t_r$ " în care electrozii și componentele răcesc zona de contact electrozi-componente. În unele aplicații amplitudinea impulsului poate să varieze în funcție de necesitățile tehnologice.

## 2.10. Proeminențe artificiale la sudarea în relief

Proeminențele artificiale se realizează printr-o operație mecanică. La rândul lor ele pot fi de mai multe feluri.

Proeminențe sferice obișnuite.



Sunt utilizate la sudarea tablelor, pieselor ambutisate, etc.. La componente din oțel grosimea minimă a tablei sudate cu bosaje este de 0,8 mm. Proeminențele sferice sunt cele mai răspândite, fiind simple, ușor de executat și ieftine. Forma și dimensiunile proeminențelor sferice se aleg în funcție de grosimea componentelor, natura materialului, și modul de dispunere a lor. Formele și dimensiunile proeminențelor sunt standardizate. Ele se caracterizează prin înălțimea " $h$ " și diametrul bazei bosajului " $d$ ". Dacă " $h$ " este prea mare se dezvoltă o cantitate de căldură prea mare. Pentru sudarea în regim moale se utilizează de obicei proeminențe înalte, iar pentru regim dur proeminențe joase.

## 3. M.T.S.S

### 3.1. Influența C, P, și S asupra sudabilității oțelurilor.

- C – mărește tendința la fragilizare și deci scade sudabilitatea,
- P – element fragilizant la rece,
- S – element fragilizant la cald.

### **3.2. Elementele geometrice ale unei îmbinări sudate examinate macroscopic.**

- cusătură sudată,
- zona de trecere,
- zona influențată termic (ZIT),
- metalul de bază.

### **3.3. Informațiile principale oferite de examinarea macroscopică a unei îmbinări sudate.**

- forma și structura cusăturii,
- pătrunderea,
- zonele cu segregatii,
- lățimea ZIT-ului și direcția de cristalizare în metalul depus,
- prezența porilor, fisurilor, incluziunilor de zgură,
- defecte de legătură și din zona rădăcinii.

### **3.4. Rolul examinării micrografice a unei îmbinări sudate.**

- aprecierea calității construcției sudate,
- indicații legate de optimizarea tehnologiilor de sudare,

### **3.5. Informații oferite de examinarea microscopică a îmbinărilor sudate.**

- durificarea materialului în ZIT,
- diluția materialelor disimilare la sudare,
- detectarea fisurilor intercrystaline,
- precipitarea unor faze intermetalice fragilizante,
- coroziunea intercrystalină.

### **3.6. Particularitățile procesului de austenitizare la sudarea oțelurilor.**

- temperatura maximă atinsă în ZIT poate fi de până la 1400°C,
- viteza de încălzire este foarte ridicată,
- durata de menținere este foarte scurtă,
- temperaturile critice  $A_{c1}$  și  $A_{c3}$  sunt deplasate la valori mai ridicate,
- difuzia mai redusă a elementelor de aliere și frânarea de către acestea a difuziei C, contribuie la obținerea unei austenite neomogene.

### **3.7. Obiectivele recoacerii complete și a normalizării la sudare.**

- finisarea granulației și microstructurii prin recristalizare fazică,
- înlăturarea structurii Widmannstaetten,
- micșorarea durității și creșterea tenacității.

### **G. Parametrii de bază ai recoacerii pentru detensionare**

- $T_{inc} = 530 - 680^{\circ}C$ ,
- $t_{men} = g_{max}/25$ , h, în care  $g_{max}$  este în mm,
- $V_{inc} = 40 - 80^{\circ}C/h$ ,
- $V_r = 40 - 80^{\circ}C/h$  până la 200°C, apoi în aer.

### **3.8. Care sunt tratamentele termice concomitente cu sudarea?**

- preîncălzirea,
- postîncălzirea,
- preîncălzirea combinată cu postîncălzirea

### **3.9. Ce date conține un plan de operații pentru tratamentul termic la sudare?**

- denumirea produsului din care face parte piesa,
- materialul de bază, materialul de adaos, desen de execuție al piesei,
- tipul utilajului de tratament termic, compoziția atmosferei de lucru,
- dispozitive utilizate pentru încălzire – răcire,
- parametrii de tratament termic,
- norme de control (duritate, structură, metal depus, metal de bază, ZIT, tenacitate).

## **4. ACOPERIREA TERMICA SI RECONDITIONARI**

4.1. Uzura: definire, tipuri de uzura, metode de determinare a uzurii.

4.2. Defecte: definire, tipuri de defecte, variante de control nedistructiv a sudurilor și straturilor de încărcare

4.3. Lubrifianți; definire, tipuri, aplicabilitate

4.4. Principii de reconditionare, criterii de alegere eficiența a procedeelelor și materialelor de încărcare; tratare din punct de vedere al materialelor de bază de reconditionat, respectiv al procedeelelor de sudare și conexe care se aplică.

4.5. Reconditionarea componentelor din fontă (prin sudare, lipire, pulverizare, metode mecanice).

- 4.6.Reconditionarea componentelor din oțel de diferite tipuri
- 4.7.Reconditionarea componentelor din aliaje de aluminiu
- 4.8.Reconditionarea componentelor din bronz
4. 9.Reconditionarea prin pulverizare termică
- 4.10.Imbinarea tablelor acoperite(galvanizate,acoperite cu vopsea organică etc).
- 4.11.Procedeu CMT(definire,principii de aplicare,echipament,aplicabilitate )
- 4.12.Table placate (metode de obținere și de imbinarea lor)
- 4.13Coroziunea metalelor(definire,variante,metode de determinare,condiții de evitare)

## 5. ECHIPAMENTE PENTRU SUDARE PRIN TOPIRE

### 5.1. Arcul electric de sudare

La sudarea cu arc electric topirea metalului de bază și a celui de adaos se realizează prin arcul electric. *Arcul electric de sudare este o descărcare autonomă, puternică, de lungă durată, între doi sau mai mulți electrozi în stare solidă sau lichidă, sub tensiune, într-un amestec de gaze și vapori.* Gazul devine conducător de electricitate numai dacă printr-un procedeu oarecare apar în el sarcini electrice libere (adică electroni, ioni pozitivi, ioni negativi). Trecerea unui curent electric printr-un gaz este posibil dacă gazul este ionizat.

În condiții obișnuite, la temperaturi joase, gazele și vaporii diferitelor materiale sunt compuse din atomi și molecule neutre la care conductibilitatea este aproape zero.

Pentru ca descărcările în arc să aibă loc este necesar ca spațiul arcului să fie ionizat, adică să conțină particole încărcate cu sarcini electrice care sub acțiunea câmpului electric să transporte aceste sarcini. *Procesul de smulgere a electronilor și ionilor din atomii și moleculele gazelor ce se află în spațiul arcului se numește ionizare, iar gazul ce conține particolele încărcate este ionizat.* Pentru ionizarea atomilor sau a moleculelor de gaz este necesar să li se transmită o anumită cantitate de energie, denumită energie de ionizare, adică energie de ieșire din atomul sau molecula neutră, a unui electron, formându-se un ion pozitiv. Prin părăsirea atomului sau a moleculei de către un electron se obține două particole ionizate.

### 5.2. Emisia termoelectronică

Constă în proprietatea suprafeței încălzite a unui material de a emite electroni. Energia cinetică necesară pentru smulgerea electronilor se obține, în acest caz, în contul schimbării energiei proprii a electronilor la temperatura înaltă a materialului. Prin aceasta se crează condiții în care electronii sunt în stare să se smulgă de la suprafața electrodului și să-l părăsească, iar densitatea de curent este dată de o lege exponențială, relația (1.1).

$$J_T = AT^2 \exp\left(\frac{-e_0 U_{ie}}{kT}\right) \quad (1.1)$$

în care:  $A = 15 \div 350 \text{ [A/cm}^2 \text{ } ^0\text{K}^2 \text{]}$  – constantă de material;

$k = 1.38 \cdot 10^{-16} \text{ [} ^0\text{K]} \text{}$  – const. lui Boltzmann

$T \text{ [K]}$  – temperatura absolută ;

$e_0 = -1.602 \cdot 10^{-16}$  - sarcina electronului;

$U_{ie} \text{ [V]}$  – tensiunea de ieșire .

Electronii în metal se află în mișcare haotică, supunându-se legilor de mișcare ale moleculelor în gazele încălzite, iar energia cinetică medie a electronilor se determină în baza legilor dinamicii gazelor.

### 5.3. Zonele arcului electric

În figură sunt indicate zonele de descărcare și felul în care este alcătuit sistemul, *electrod – arc electric – piesă.*

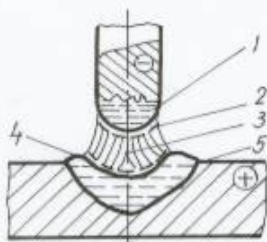
Întregul spațiu de descărcare electrică se poate împărți în trei zone:

- zona catodică, cu căderea de tensiune catodică  $U_K$  ;
- coloana arcului, cu căderea de tensiune în coloana arcului  $U_C$  ;
- zona anodică, cu căderea de tensiune anodică  $U_{an}$  ;

În aceste trei zone ale arcului căderea de tensiune poate fi considerată liniară numai în coloana arcului. Aceasta poate fi privită ca un conductor electric omogen în întregul său volum. Temperatura, densitatea de curent, conductibilitatea electrică pot fi considerate la fel în toată lungimea sa. Căderile de tensiune în cele trei zone sînt cauzate de diferite procese fizice.

După toate procesele de ionizare, excitare și recombinație, electronii din spațiul arcului electric rămași sunt accelerați în câmpul anodic și intră în metal, și cedează cu această ocazie energia cinetică acumulată și energia de ieșire din metal.

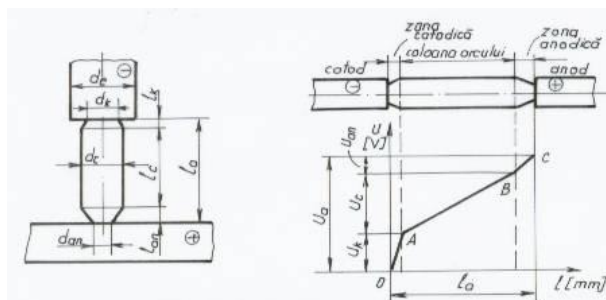
Luând în considerație reprezentarea simplificată a arcului electric, așa cum se arată în figură, tensiunea în arc este reprezentată prin linia frântă OABC. Schematic, se poate reprezenta zona catodică sub forma a două suprafețe paralele, adică suprafața catodului care emite electroni și suprafața ce separă zona catodică de coloana arcului din care pătrund ionii pozitivi. În limitele acestei suprafețe, particulele și atomii neutri se află într-un echilibru relativ. În zona catodică, nici electronii, nici ionii pozitivi nu suferă ciocniri în mișcarea lor.



Zonele de

decărcare ale arcului:

- 1 – pata catodică
- 2 – zona catodică
- 3 – coloana arcului
- 4 – pata anodică
- 5 – zona anodică



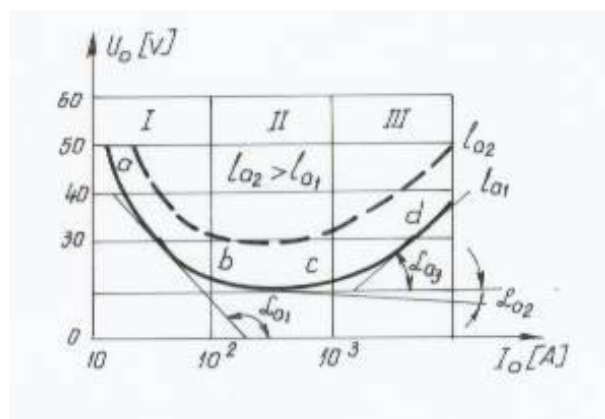
Arcul electric de sudare: a – schemă;

b – repartizarea tensiunii în lungul arcului;

Acele părți ale electrozilor pe care se sprijină arcul și prin care trece curentul arcului, se numesc pete active, pe electrodul pozitiv – **pata anodică**, iar pe electrodul negativ – **pata catodică**. Dimensiunea petei catodice de regulă este mai mică decât cea a petei anodice.

#### 5.4. Caracteristica statică a arcului electric

Zona I. În cazul curenților și a densităților de curent mici, tensiunea arcului  $U_a$  scade o dată cu creșterea curentului de sudare, secțiunea coloanei arcului crește proporțional cu curentul, deci densitatea de curent rămâne constantă; întrucât temperatura crește cu intensitatea curentului, crește și gradul de ionizare, iar conductibilitatea electrică a coloanei  $\lambda_c$  se schimbă.



Din relația  $E_c = \frac{j_c}{\lambda_c}$  rezultă că, o dată cu creșterea curentului, în această zonă a curenților mici scade tensiunea în coloana arcului, adică caracteristica statică a arcului va fi coborâtore, figura.

Zona II. Pentru curenții între 100

și 1000 A la creșterea curentului viteza de creștere a suprafeței transversale a coloanei arcului este mai mică, temperatura arcului variază mult mai puțin, conductibilitatea electrică rămâne practic constantă și deci câmpul electric în coloană, respectiv tensiunea arcului, sunt practic constante, independente de variația curentului. Acesta este domeniul obișnuit de

sudare

electrică manuală și sub strat protector de flux.

Fig. 1.5 Forma generală a caracteristicii statice a arcului electric

Zona III. În cazul curenților foarte mari, peste 1000 A, suprafața petei catodice acoperă fața frontală a catodului, secțiunea transversală a coloanei arcului nu mai crește proporțional cu creșterea curentului, adică densitatea de curent  $j_c$  nu mai este constantă, ci crește și ea; deoarece conductibilitatea  $\lambda_c$  este practic constantă, tensiunea arcului va crește proporțional cu creșterea curentului. O asemenea caracteristică are arcul electric care arde într-un mediu de gaz protector, la fel la sudarea sub strat de flux. La sudarea sub strat de flux, coloana gazoasă a arcului arde îmbrăcată de masa fluxului topit; de asemenea, în cazul gazului

protector, coloana arcului este răcită prin curentul gazului de protecție care îl protejează. Datorită acestor fenomene - la aceste valori ale curentului - dimensiunile secțiunii coloanei nu mai cresc.

Tinând seama de cele de mai sus, forma generală a caracteristicii statice a arcului este cea arătată în figură adică o alura sub forma de U. Curba reprezentată este caracterizată prin trei zone distincte, dar nu universal stabilite și anume:

- zona curenților mici până la 80 – 100 A, căderile de tensiune catodică și anodică practic sunt constante,  $U_k, U_{an} = \text{ct.}$  iar creșterii curentului îi corespunde o însemnată cădere de tensiune în arc. Caracteristica arcului este coborâtore  $\text{tg } \alpha_{a1} < 0$ . Arcul în această zonă își găsește aplicare foarte limitată datorită instabilității sale;

- zona curenților între 100 și 1000 A, cu densitate de curent în electrod de  $j_e \leq 100(\text{A/mm}^2)$ , în care căderile de tensiune catodică și anodică, precum și căderea de tensiune în coloana arcului practic sunt independente de variația curentului de sudare. Caracteristica arcului este rigidă, găsind o largă aplicare în tehnica sudării  $\text{tg } \alpha_{a2} \cong 0$ .

- zona curenților mari, peste 1000 A, cu densități mari de curent în electrod la diametru mic a electrodului, căderea anodică poate fi considerată constantă, iar căderile catodică și în coloana arcului cresc cu curentul, respectiv aproximativ legea lui Ohm. Caracteristica arcului este urcătoare  $\text{tg } \alpha_{a3} > 0$ . În această zonă își găsesc aplicarea sudarea sub strat de flux, în atmosfera de gaze protectoare.

### 5.5. Funcțiile HOT-START și ANTI-STICK

O caracteristică specifică surselor moderne de sudare cu arc electric este funcția HOT – START, vezi figura, care pentru o durată reglabilă și limitată în timp, de regulă între 0-3s, produce o creștere automată a curentului în momentul amorsării până la de două ori curentul de sudare. Funcția îndeplinește simultan două condiții: amorsare sigură și ușoară a arcului electric și evită lipsa de pătrundere la începutul cusăturii, linia 2 din porțiunea zonei "ZERO" când curentul  $I_{HS} = (0,5-2)I_s$  și timpul  $t_{HS} = 0-3\text{s}$ . În lipsa funcției HOT – START, îmbinarea se realizează după linia 1 și cusătura este lipsită de pătrundere.

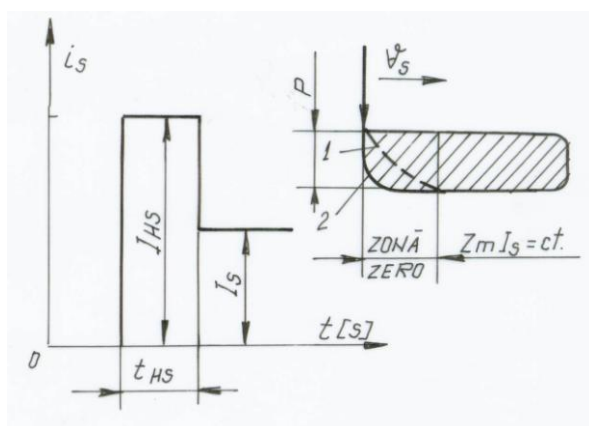


Fig. 2.42 Oscilograma funcției  
HOT – START

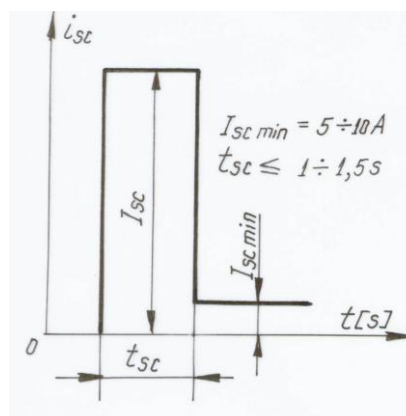


Fig. 2.43 Oscilograma funcției  
ANTI - STICK

Tot în zona amorsării arcului electric la sudarea cu electrozi fuzibili este utilizată funcția ANTI – STICK, vezi figura. Amorsarea arcului electric are loc în timpul  $t_{sc}$  la curentul de scurtcircuit  $I_{sc}$  de valori ridicate. Dacă amorsarea arcului nu se produce din anumite motive (de exemplu sudorul ține prea mult electrodul în scurtcircuit) sursa coboară brusc curentul la o valoare mică de scurtcircuit de (5 – 10)A. La valoarea acestui curent de cca. 5-10 A apare avantajul că nu se mai lipește electrodul de piesă, chiar dacă timpul de scurtcircuit este mai lung și apoi se evită supraîncălzirea metalului electrodului care de la caz la caz conduce, fie la deteriorarea învelișului, fie la distrugerea vârfului electrodului.

### 5.6. T.e.m. indusă în înfășurarea rotorică

Conform legii inducției electromagnetice valoarea medie a t.e.m. induse într-un conductor de lungime „l” se determină cu relația:

$$e = l \cdot v \cdot B_m$$



unde: -  $B_m$  – valoarea medie a inducției magnetice;

-  $v$  – viteza relativă de rotație a conductorului față de câmpul magnetic.

Întrucât între periile unei mașini de c.c se găsesc  $\frac{N}{2a}$  conductoare legate în serie,  $N$  fiind numărul total de conductoare ale indusului iar „ $a$ ” numărul perechilor căilor de curent, t.e.m. totală indusă într-o mașină de c.c este:

$$E = \frac{N}{2a} \cdot e = \frac{N}{2a} \cdot l \cdot v \cdot B_m \quad (4.2)$$

Dar:  $v = \frac{\pi D n}{60}$  și  $\tau_p = \frac{\pi D}{2p}$  (unde:  $\pi D = 2p\tau_p$ )

Inlocuind se obține:

$$v = \frac{2p\tau_p n}{60} \quad (4.3)$$

în care:  $D$  - diametrul indusului;

$n$  - turația rotorului în rot/min;

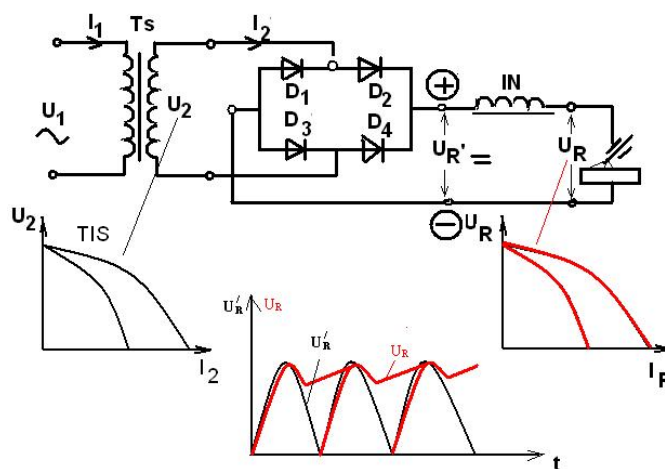
$p$  - numărul perechilor de poli.

Cu ajutorul relațiilor 4.2 și 4.3, t.e.m obține valoarea:

$$E = \frac{N}{2a} \cdot l \cdot \frac{2p\tau_p n}{60} \cdot B_m = \frac{N}{2a} \cdot \frac{2pn}{60} \cdot (l \cdot \tau_p) \cdot B_m = \frac{N}{2a} \cdot \frac{2pn}{60} \cdot S \cdot B_m = \frac{N}{2a} \cdot \frac{2pn}{60} \cdot \Phi$$

## 5.7. Redresoare monofazate

Redresoarele monofazate sunt formate dintr-un transformator monofazat pentru sudare (de obicei cu caracteristică externă coborâtore) echipat cu unul din variantele: inductanță separată TIS, cu șunt magnetic TSM sau cu inductanță pe miez comun TIC, o punte redresoare monofazată de putere care poate fi formată numai din diode (necomandată), numai din tiristoare (integral comandată) sau din două diode și două tiristoare (semicomandată).



Redresor de sudare monofazat

Datorită redresării monofazate curentul va trece prin zero de 100 de ori pe secundă la o frecvență de 50Hz și stabilitatea arcului de sudare ar fi similară cu a unui transformator. Adăugând inductanța de netezire curba se nivelează și unda devine tipică unei aplicații de c.c. Astfel de redresoare se fac de obicei pentru curenți până la 180A și sunt alimentate la 230V. Ca și particularități: au un randament ridicat, factor de putere mediu, proprietăți și caracteristici tehnice corespunzătoare.

## 5.8. Reglarea turației motoarelor de curent continuu

Folosirea motorului de curent continuu este indicată datorită ușurinței cu care se poate regla turația acestuia prin modificarea tensiunii de alimentare a rotorului,  $U_{al.rot.}$ :

$$n = \frac{U_{rotor} - I_{rotor} \cdot R_{rotor}}{k \cdot i_e}$$

unde:

-  $U_{rotor}$  – tensiunea rotorică;

- $I_{\text{rotor}}$  – curentul rotoric;
- $R_{\text{irrotor}}$  – rezistența totală a rotorului;
- $I_e$  – curentul de excitație al motorului.

Din relația de mai sus rezultă că există două posibilități de reglare a turației motorului:

- prin modificarea curentului de excitație  $i_e$ ;
- prin modificarea tensiunii de alimentare rotorice  $U_{\text{rotor}}$ .

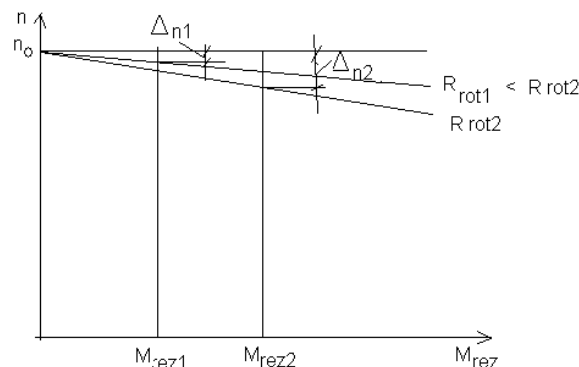
În realitate reglarea turației se face doar prin modificarea tensiunii rotorice folosind scheme electrice relativ simple cu tiristoare sau tranzistoare.

Nu se utilizează reglarea turației cu ajutorul curentului de excitație din următoarele raționamente:

- pentru o turație  $n > n_{\text{nom}}$  trebuie ca  $i_e < i_{\text{enom}}$  lucru care este posibil, dar solicitarea mecanică a colectorului motorului nu permite decât un  $n_{\text{max}} = 1,25n_{\text{nominal}}$ , ceea ce înseamnă o plajă prea redusă de reglare a turației din punct de vedere tehnologic.
- pentru o turație  $n < n_{\text{nom}}$  ar trebui ca  $i_e > i_{\text{enom}}$  și acest lucru nu este posibil pentru că excitația separată este dimensionată dpdv termic la  $i_{\text{enom}}$ .

Datorită acestor două motive curentul de excitație se menține constant și egal cu cel nominal, iar reglajul se face doar prin modificarea tensiunii rotorice.

Caracteristica mecanică a motorului de curent continuu se prezintă în figura de mai jos.



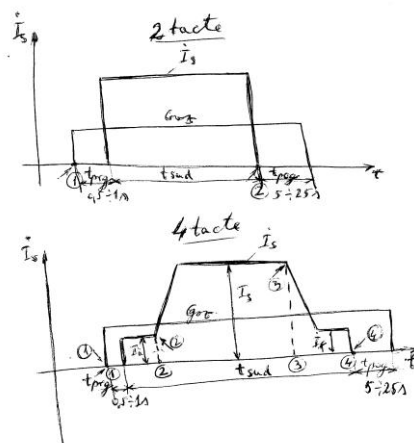
Se remarcă faptul că pentru două momente rezistente diferite  $M_{\text{rez1}}$  respectiv  $M_{\text{rez2}}$  apare o variație  $\Delta n$ . Rezultă că este necesar ca schema electronică de reglare să anuleze această variație de turație prin corecțiile specifice în funcție de curentul rotoric, care la rândul său este o funcție de cuplul mecanic rezistent.

## 5.9. Cicluri de sudare WIG

Ciclurile de sudare în general se referă la modul de variație în timp a parametrilor tehnologici la sudare. La sudarea WIG ciclul de sudare prezintă variația în timp a curentului de sudare respectiv alimentarea în timp cu gaz de protecție. Echipamentele de sudare WIG permit în general utilizarea a două cicluri de sudare (vezi figurile de mai jos):

- ciclu de sudare în două tacte, sus;
- ciclu de sudare în patru tacte, jos;

### A. Ciclu de sudare în două tacte:



**-tactul 1** – se apasă și se menține apăsat butonul de pornire al procesului de sudare de pe corpul pistolului care conduce la:

- a. pornirea gazului de protecție;

- b. pornirea oscilatorului OIF;
- c. amorsarea arcului electric cu o întârziere  $t_{\text{pregaz}} = 0,5 \dots 1 \text{ s}$ ; (temporizarea amorsării arcului electric este necesară pentru îndepărtarea aerului din zona sudării respectiv pentru protecția electrodului împotriva contactului cu aerul în momentul amorsării arcului electric care ar duce la distrugerea (oxidarea) electrodului);
- d. creșterea bruscă a curentului de sudare la valoarea setată;
- e. sudarea propriu zisă prin deplasarea pistolului de-a lungul rostului în timpul  $t_{\text{sud}}$ , ținând în permanență butonul apăsat;

**- tactul 2** – eliberarea butonului de pornire care determină următoarele:

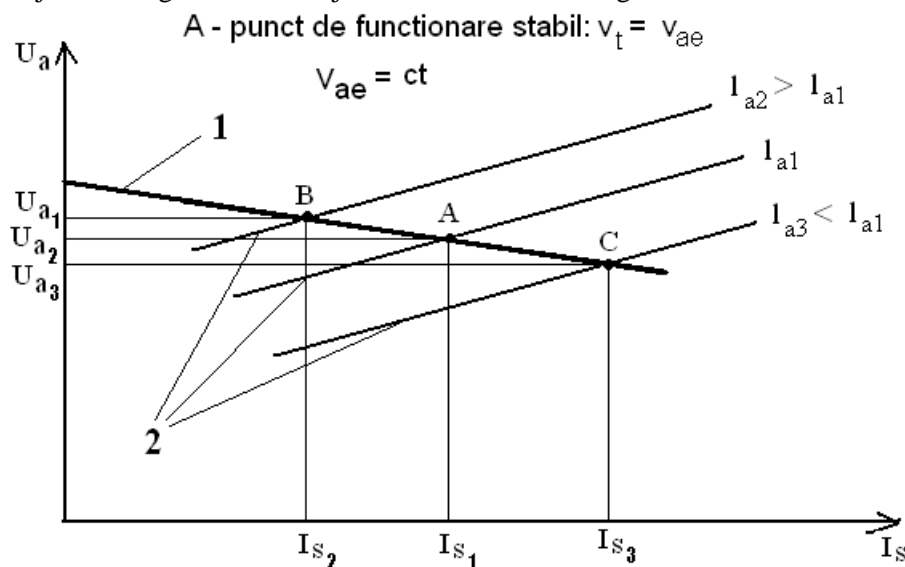
- a. decuplarea sursei și întreruperea arcului electric;
- b. scăderea bruscă a curentului de sudare la zero;
- c. curgerea gazului de protecție în continuare, cu o temporizare  $t_{\text{postgaz}} = 5 \dots 25 \text{ s}$  după stingerea arcului electric; această temporizare are rolul în principal de protecție a electrodului de wolfram împotriva contactului cu aerul atunci cînd se află la o temperatură ridicată de peste  $1000^\circ\text{C}$ , care ar duce la distrugerea virfului electrodului prin oxidare sau chiar prin topirea virfului acestuia cu efecte nefavorabile asupra reluării procesului de sudare; timpul de post gaz are rolul și de protecție a băii metalice, până la solidificarea acesteia, împotriva pătrunderii aerului care ar duce la formarea porilor în crater, acest timp însă ar fi suficient de  $1 \dots 3 \text{ s}$ ;
- durata timpului de post gaz depinde de diametrul electrodului și valoarea curentului de sudare fiind direct proporțională cu acestea; acest timp este considerat suficient de lung dacă la întreruperea procesului de sudare electrodul nu-și schimbă culoarea la suprafață (nu se înnețește), adică electrodul vine în contact cu aerul cînd temperatura electrodului a scăzut sub  $1000^\circ\text{C}$ ; timpul de postgaz are un dezavantaj deoarece crește consumul de gaz respectiv prelungește ciclul de sudare și de aceea trebuie limitat la valorile cele mai mici admisibile.
- c. îndepărtarea pistolului de componente și pregătirea pentru reluarea sudării.

Obs. 1. La sudarea în C.C. oscilatorul OIF lucrează doar în faza de amorsare a arcului după care se întrerupe (se decuplează) deoarece constituie o sursă de bruij;

2. La sudarea în curent alternativ oscilatorul funcționează în permanență pentru a ușura reamorsarea arcului electric la trecerea curentului prin zero;

### 5.10. Fenomenul de autoreglare la viteza de avans a sirmei electrod constanta

Explicati cu ajutorul diagramei de mai jos fenomenul de autoreglare la sudarea MAG



## 6. IMBINAREA MATERIALELOR AVANSATE

### 6.1. Imbinarea materialelor plastice MP

-proprietati ale materialelor plastice, probleme puse la imbinarea lor

-varianțe de procedee de sudare-sudarea cu gaz incalzit, sudarea cu material de adaos extrudat, sudarea cu pana incalzitoare, sudarea cu element incalzitor, sudarea cu ultrasunete, sudarea cu curenti de inalta frecventa, sudarea prin frecare

- sudarea tevilor din materiale plastice(PVC,PP,PELD,PEHD,PEMD),certificarea tehnologiilor de sudare si autorizarea sudorilor pentru materiale plastice
- îmbinarea materialelor plastice prin lipire si metode mecanice
- probleme de protectie ambientala.

## 6.2.Îmbinarea materialelor compozite MC

- îmbinarea materialelor compozite metalice MCM (probleme generale la sudarea MCM si procedee de îmbinarea lor)
- îmbinarea materialelor compozite termoplastice MCT (probleme generale la sudarea MCT si procedee de îmbinarea lor)
- probleme de protectie ambientala la îmbinarea MC

## 6.3.Îmbinarea materialelor ceramice avansate MCA

- probleme specifice la îmbinarea MCA si metode specifice de îmbinare;probleme de protectie ambientala

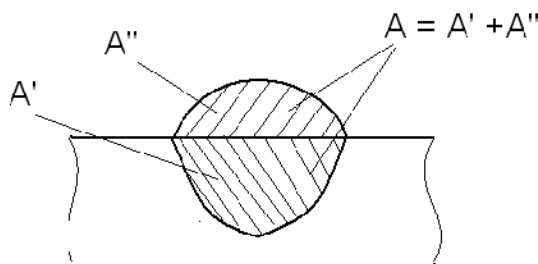
## 6.4.Îmbinarea aliajelor cu memoria formei AMF

- probleme specifice la îmbinarea AMF si variante de îmbinare;probleme de protectie ambientala

# 7. TEHNOLOGII DE SUDARE PRIN TOPIRE

## 7.1. Diluția

*Diluția* definește ponderea din metalul de bază care participă la formarea cusăturii.



*Definirea diluției*

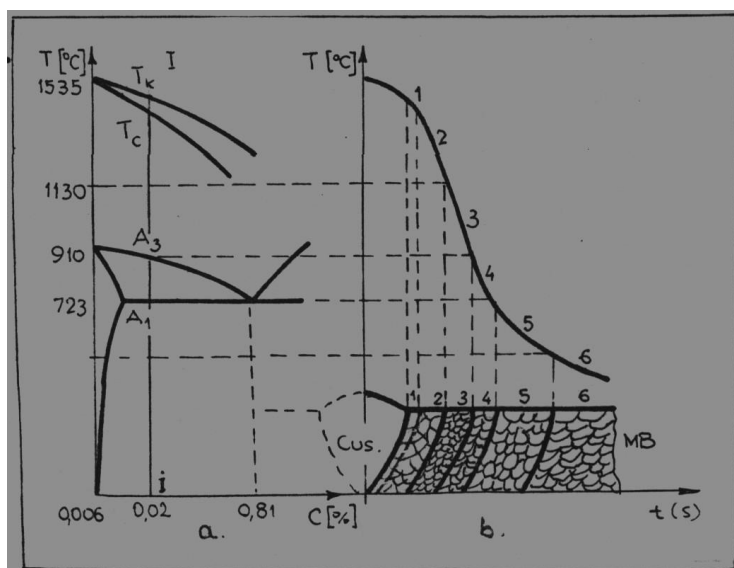
Diluția  $D$  sau coeficientul de participare a metalului de bază  $p_{MB}$  se definește cu ajutorul relației:

$$D = p_{MB} = \frac{A'}{A} = \frac{A'}{A' + A''} \cdot 100 \quad (\%)$$

## 7.2. Zona influențată termic ZIT

Zona influențată termic, ZIT-ul reprezintă zona din metalul de bază care nu se topește în procesul de sudare, dar care suferă transformări structurale și de fază sub influența ciclului termic determinat de energia sub formă de căldură introdusă în componente. De asemenea în ZIT au loc dilatări și contracții care conduc la apariția unor tensiuni interne (reziduale). De ce mai multe ori aici se manifestă tendința de călire și fragilizare a materialului prin precipitarea unor structuri dure de călire (martensită, carburi, nitruri, etc.) care poate conduce la pericolul fisurării. Transformările din ZIT depind la rândul lor de energia liniară introdusă în componente, de caracteristicile ciclului termic (temperatura maximă, timpul de menținere la temperatura dată, viteza de răcire, etc.), de compoziția chimică a metalului de bază, starea de livrare a acestuia înainte de sudare, grosimea materialului, etc.. Dacă temperatura maximă și timpul de menținere la temperaturi ridicate sunt mari are loc extinderea ZIT-ului însoțită de fenomenul de creștere a grăunților cu consecințe negative asupra caracteristicilor mecanice și de tenacitate ale materialului în ZIT. Viteza de răcire influențează hotărâtor constituenții structurali din ZIT. Dacă viteza de răcire este mică (energie liniară mare, preîncălzire) se obține o structură formată din constituenți apropiați de echilibru (ferită, perlită), iar dacă viteza de răcire este mare (energie liniară redusă) precipită constituenți în afara de echilibru (martensită) ceea ce conduce la pericolul fragilizării și durificării ZIT-ului respectiv la pericolul ruperii fragile în ZIT.

Extinderea ZIT-ului depinde în principal de energia liniară introdusă în componente, respectiv de proprietățile termofizice ale metalului de bază, lățimea lui putând varia între 0,5 ... 2mm. ZIT-ul la rândul lui cuprinde mai multe subzone în funcție de temperatura atinsă din metalul de bază:



Subzonele ZIT-ului

- 1 - zona de trecere:  $T = T_{\text{lichidus}} - T_{\text{solidus}}$
- 2 - subzona de supraîncălzire:  $T = (T_{\text{top}} - 1150^{\circ}\text{C})$ ;
- 3 - subzona de normalizare:  $T = (1150^{\circ}\text{C} - A_{c3+50^{\circ}\text{C}})$ ;
- 4 - subzona transformărilor incomplete:  $T = (A_{c3} - A_{c1})$ ;
- 5 - subzona de recristalizare  $T = (A_{c1} - 500^{\circ}\text{C})$ .

### 7.3. Energia liniară

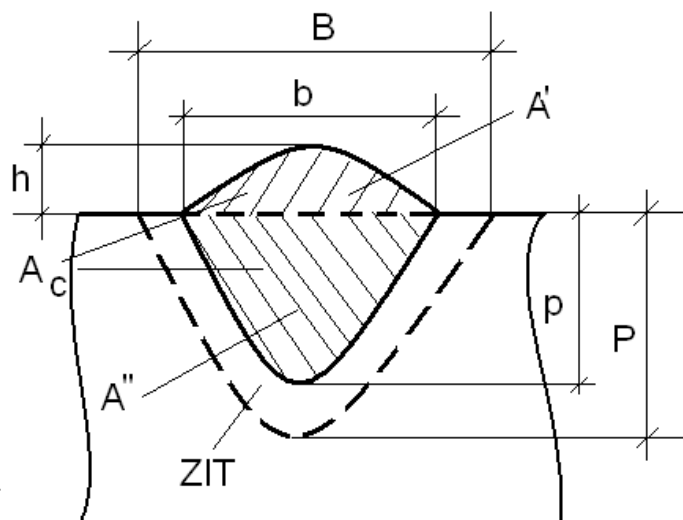
Energia liniară  $E_l$  (J/cm; kJ/cm) definește cantitatea de căldură introdusă în componentele care se sudează, în timpul sudării, și exprimată prin relația:

$$E_l = \eta \cdot \frac{U_a \cdot I_s}{v_s} \quad (\text{J/cm})$$

unde:  $I_s$  – curentul de sudare (A);  
 $U_a$  – tensiunea arcului (V);  
 $v_s$  – viteza de sudare (cm/s);

### 7.4. Elementele geometrice ale îmbinării sudate

Geometria cusăturii are un rol important pentru asigurarea calității îmbinării sudate. Dpdv geometric îmbinarea sudată se caracterizează prin următoarele elemente (pentru simplificare, definite cu ajutorul unei depuneri).



Definirea elementelor geometrice ale sudurii

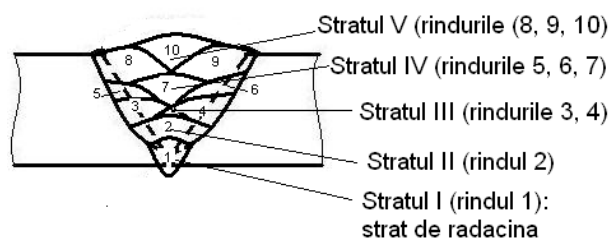
unde:  $A_c = A' + A''$  – aria cusăturii;  
 $A'$  – aria metalului depus;  
 $A''$  – aria metalului de bază topit;

ZIT – zona influențată termic;  
 p – pătrunderea cusăturii;  
 P – pătrunderea ZIT-ului;  
 b – lățimea cusăturii;  
 B – lățimea ZIT-ului;  
 h – supraînălțarea cusăturii;

### 7.5. Rindul și stratul la sudare

Metalul depus la o singură trecere se numește **rînd**. Rîndurile depuse la același nivel formează un **strat**. Stratul poate fi format din unul sau mai multe rînduri.

Primul rînd (strat) depus se numește **rădăcina** sudurii (cusăturii).



### 7.6. Criterii de alegere a rostului la sudare prin topire

Pentru alegerea corectă a rosturilor la sudare prin topire se au în vedere următoarele criterii:

1. Procedeele de sudare: SE, SF, MIG/MAG, WIG, etc.;
2. Metalul de bază al componentelor: oțel, Al, Cu, oțel placat, etc.;
3. Tipul îmbinării sudate: cap la cap sau de colț, pătrunse sau nepătrunse, etc.;
4. Grosimea componentelor;
5. Accesul la sudare: dintr-o singură parte sau din ambele părți (unilateral sau bilateral); în cazul accesului unilateral se pot alege numai rosturi asimetrice, iar în cazul accesului bilateral se pot alege atât rosturi simetrice cât și rosturi asimetrice în funcție de celelalte criterii;
6. Nivelul deformațiilor impuse la sudare, (nivelul tensiunilor interne admis);
7. Poziția de sudare: orizontală, în cornișă, peste cap, verticală;
8. Natura solicitărilor și mărimea acestora (la solicitări dinamice se recomandă îmbinări pătrunse pentru evitarea concentratorilor de tensiune din zona nepătrunderilor, deci rosturi prelucrate);
9. Temperatura de exploatare a structurii (la temperaturi negative se recomandă de asemenea îmbinări pătrunse deci rosturi prelucrate din aceleași considerente, având în vedere că temperatura este un factor fragilizant).

### 7.7. Microsablarea

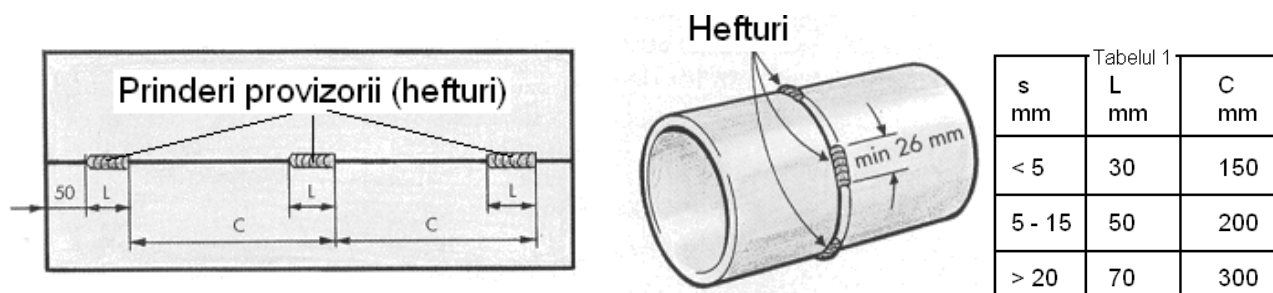
Microsablarea este operația de îndepărtare a peliculei de oxid de aluminiu  $Al_2O_3$ , aderente și greu fuzibile ( $T_{topire} \approx 2050^\circ C$ ), prin fenomenul de bombardare a stratului de oxid de pe suprafața componentelor din aluminiu cu ajutorul ionilor grei de argon, Ar, rezultați din ionizarea gazului în procesul de sudare sub acțiunea căldurii arcului electric. Fenomenul este specific sudării prin precedeele WIG și MIG a aluminiului, magneziului și aliajelor acestora. Are avantajul unei curățiri foarte bune a suprafeței chiar în timpul operației de sudare (concomitent cu aceasta) fără luarea unor măsuri suplimentare, producându-se în mod automat. Pentru aceasta însă gazul de protecție trebuie să fie Ar 100% sau amestec de gaze inerte (Ar plus He) cu cel puțin 25% conținut de Ar în amestec.

### 7.8. Poziționarea componentelor

Pentru obținerea formei și dimensiunilor rostului este necesară poziționarea și fixarea componentelor pentru evitarea deplasării relative a acestora în timpul sudării ceea ce conduce la apariția unor defecte sau chiar la rebutarea piesei. Poziționarea pieselor în vederea sudării se poate face prin două metode:

- a. poziționarea prin suduri de prindere provizorie;
- b. poziționarea prin fixarea în dispozitive de sudare.

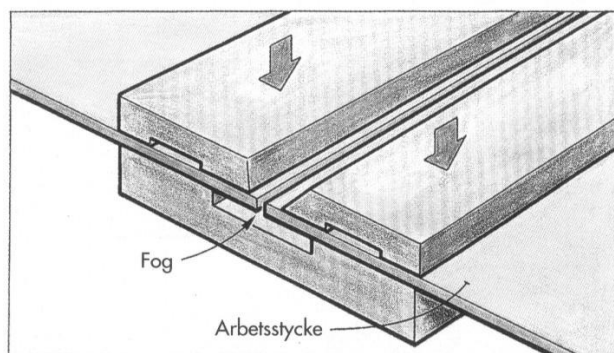
a. **Poziționarea prin suduri de prindere provizorie**, fig. 3.4. Este cunoscută în practica sudării și sub denumirea de heftuire, iar sudurile se numesc hefturi (hafturi).



#### Prinderea provizorie (heftuirea)

Metoda constă în efectuarea unor suduri scurte cu lungimea de 30-50 mm, amplasate la o distanță de 150 - 300 mm. În cazul tablelor subțiri cu  $s < 2-3\text{ mm}$  aceste mărimi au valori net inferioare și anume puncte sudate de 5-10mm la distanțe de 50-100 mm având în vedere rigiditatea mică a acestor table și pericolul deformațiilor puternice care pot interveni. În cazul tablelor subțiri din oțeluri înalt aliate inoxidabile prinderile provizorii sunt mai dese având în vedere tendința mare de deformare amplificată în acest caz de coeficientul de dilatare superior oțelurilor carbon nealiate.

b. Poziționarea prin fixarea în dispozitive de sudare. Această metodă elimină dezavantajele metodei precedente (elimină o operație suplimentară) este mai bună și mai eficientă. Deformațiile la sudare sunt minime, dar tensiunile interne sunt mari.

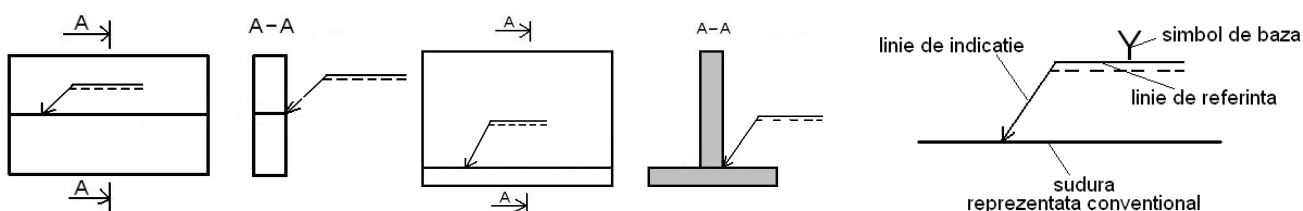


#### Poziționarea componentelor în dispozitiv de sudare

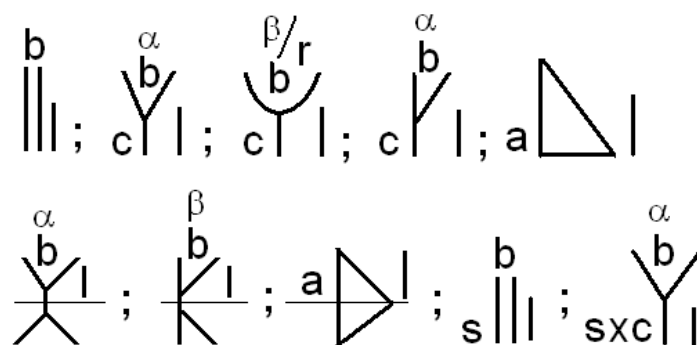
Dezavantajele principale le constituie prețul de cost al dispozitivului respectiv pericolul mare de fisurare a sudurii ca urmare a rigidizării pieselor prin strângerea în dispozitiv împiedicând deplasarea și contracția în timpul solidificării și răcirii. Acest pericol este mare dacă materialul se fragilizează la sudare sau dacă coeficienții de dilatare respectiv contracție sunt mari ca de exemplu în cazul Al sau Cu. De aceea aceste materiale nu se recomandă să se sudeze în dispozitiv. Metoda se pretează la sudarea oțelului în cazul producției de serie mare sau masă (costul dispozitivului se amortizează rapid) respectiv la sudarea mecanizată în special la sudarea tablelor subțiri pentru a împiedica deformarea lor în timpul sudării, respectiv pericolul de străpungere prin utilizarea unui suport nefuzibil, cel mai frecvent din Cu.

## 7. 9. Reprezentarea și cotearea convențională a sudurilor

*Reprezentarea convențională* constă în reprezentarea simplificată a sudurii printr-o linie continuă groasă, egală cu grosimea liniilor de contur ale piesei, în axa de simetrie a acesteia. În cazul îmbinărilor de colț reprezentarea convențională se suprapune (se identifică) chiar peste una din muchiile piesei. Pentru identificarea sudurii (deosebirea de muchiile piesei) reprezentarea convențională este însoțită de un simbol, (trasat cu linie subțire) format dintr-o linie de indicație care are la un capăt o săgeată care se sprijină pe suprafața sudurii (suprafața exterioară sau la rădăcină), iar la celălalt capăt o linie de referință, formată dintr-o linie continuă și o linie întreruptă, de obicei paralelă cu axa rostului în cazul reprezentării în vedere, respectiv perpendiculară pe aceasta în cazul reprezentării în secțiune.

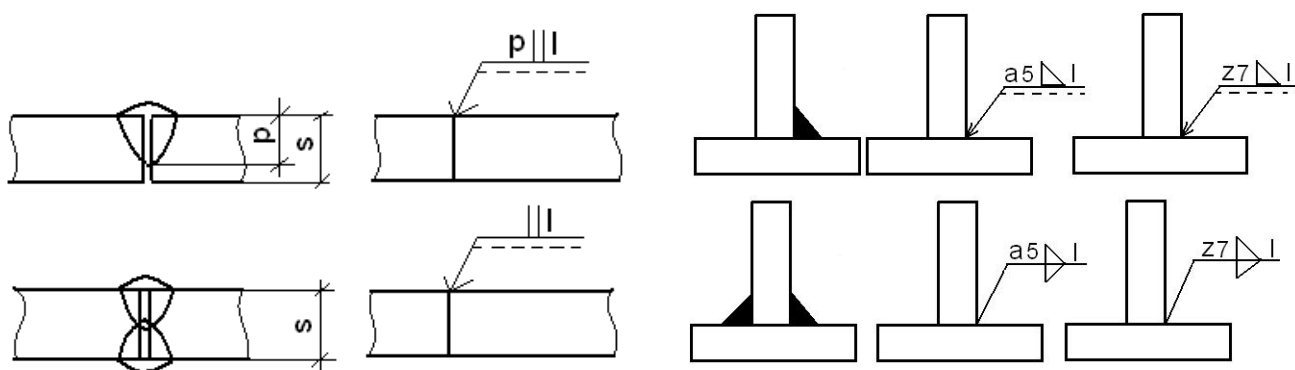


**Cotearea sudurilor.** Fiecare simbol de bază este însoțit de un anumit număr de cote. Înscrierea cotelor se face după cum urmează:



Amplasarea cotelor

- deasupra simbolului de bază cotele referitoare la dimensiunile rostului ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $b$ ,  $r$ );
  - în stânga simbolului de bază cotele referitoare la dimensiunile sudurii în secțiune transversală (pătrunderea sudurii,  $p$ ), respectiv umărul rostului ( $c$ ); dacă pătrunderea sudurii este completă (pe toată grosimea componentelor,  $s$ ) cota referitoare la pătrundere lipsește, dacă nu se fac alte precizări se consideră că sudura este pătrunsă.
  - în dreapta simbolului de bază cotele referitoare la dimensiunile longitudinale, lungimea sudurii,  $l$ ;
- În cazul sudurilor de colț cotarea se poate face în două moduri

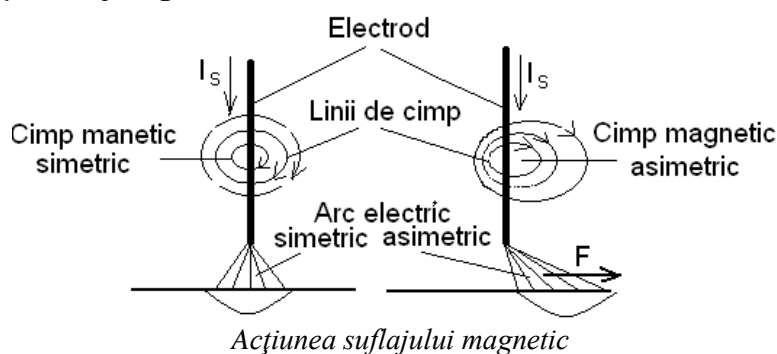


Cotarea sudurilor

- prin cotarea grosimii sudurii, când valoarea acesteia este precedată întotdeauna de litera “**a**”; **grosimea sudurii este definită de înălțimea celui mai mare triunghi isoscel înscris în secțiune**;
- prin cotarea mărimii catetei, când valoarea acesteia este precedată întotdeauna de litera “**z**”; (se precizează că  $z = a\sqrt{2}$ ); **cateta sudurii este definită de cateta celui mai mare triunghi isoscel înscris în secțiune**;
- în cazul sudurilor cu catete inegale cotarea se face prin menționarea marimii celor două catete, fără litere de însoțire (ex. 7x5, 10x7, etc.);
- în cazul sudurilor de colț întrerupte (intermitente) se cotează lungimea sudurii “**l**”, pasul dintre două suduri succesive, “**e**”, respectiv numărul de suduri, “**n**”; în cazul sudurilor de colț simetrice nepătrunse acestea pot fi alternant intermitente (când pe o parte când pe altă parte).

## 7.10. Suflajul magnetic, metode de reducere

Fenomenul de deviere a arcului electric de la funcționarea lui normală (simetric față de axă) ca urmare a interacțiunii acestuia cu câmpul magnetic creat de trecerea curentului prin sistemul electrod-arc-componente se numește **sufraj magnetic**.

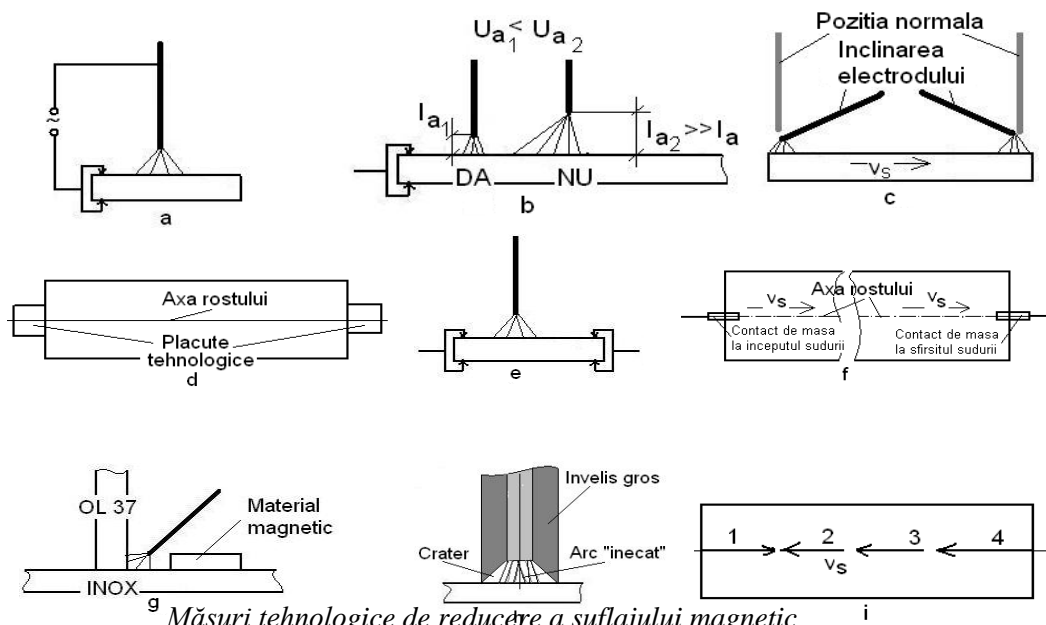


Acțiunea suflajului magnetic



Măsurile tehnologice de reducere sau eliminare a suflajului magnetic:

1. sudarea în curent alternativ (când învelișul electrodului permite acest lucru), (a); în curent alternativ nu apare suflaj magnetic; explicația este dată de apariția curenților turbionari în componentele de sudat care produc un câmp magnetic de sens contrar câmpului propriu al curentului de sudare reducând astfel intensitatea acestuia și implicit forța care deviază arc electric;



2. sudarea cu un arc electric cu lungime cât mai mică, (b);
3. sudarea cu valori reduse ale curentului de sudare respectiv ale tensiunii arcului, (b);
4. înclinarea corespunzătoare a electrodului la începutul și sfârșitul sudării pentru atenuarea suflajului magnetic, (c);
5. utilizarea plăcuțelor tehnologice, (e), (evită apropierea arcului de marginile componentelor);
6. folosirea unor contacte de masă simetrice (duble) și cât mai apropiate de arc electric; în special la sudarea mecanizată când controlul suflajului magnetic prin modul operator (înclinarea electrodului) nu este posibilă, (f);
7. folosirea unor contacte de masă mobile în apropierea arcului electric care se deplasează o dată cu acesta;
8. plasarea contactului de masă în axa rostului la începutul sau sfârșitul sudurii, în funcție de sensul în care se dorește devierea arcului electric în fața acestuia, pe componente, sau în spatele arcului, pe baia metalică; se poate influența astfel pătrunderea la sudare, mai mare la devierea arcului în față, respectiv mai mică la devierea arcului în spate (raportat desigur la sensul de sudare), (g);
9. dirijarea forțată a arcului electric cu ajutorul unui câmp magnetic exterior (produs de doi magneți permanenți sau de doi electromagneți) perpendicular pe axa rostului (direcția de sudare); orientarea arcului electric în față sau în spate, raportată la sensul de sudare depinde de sensul inducției magnetice a câmpului exterior; această metodă se întâlnește frecvent în practică la sudarea mecanizată cu viteze mari de sudare pe table subțiri, chiar folii, (2 – 20 m/min) unde arc electric are tendința de a rămâne în urmă pe baia metalică (suflaj termic) sau unde deviația cea mai mică a arcului conduce la defecte inerente de tipul lipsei de topire sau de pătrundere (ex. sudarea WIG sau cu plasmă a tecilor pentru acele de seringă sau pentru rezistențele electrice izolate, etc.); pentru sudare în acest caz se folosește un cap special, CICLOMATIC, după numele firmei americane care l-a produs prima oară.
10. folosirea unor piese magnetice masive în apropierea arcului electric, (h);
11. folosirea la sudare a unor electrozi cu înveliș gros care permit sudarea cu așa numitul “arc înecat” prin sprijinirea învelișului electrodului pe suprafața componentelor; în acest caz arc electric arde în craterul format în vârful electrodului, evitând devierea arcului, respectiv asigurând o protecție foarte bună a picăturilor de metal la transferul prin arc;
12. evitarea (interzicerea) utilizării electrozilor cu înveliș excentric la sudare; când în timpul sudării se constată că electrodul este excentric procesul de sudare se oprește imediat și electrodul se schimbă; dacă totuși se continuă sudarea cu electrodul respectiv atunci înainte de reluarea procesului

electrodul se rotește cu 180° astfel ca zona subțire a învelișului să fie în exterior, în sus (se realizează astfel o ușoară uniformizarea a topirii învelișului);

13. utilizarea prinderilor provizorii prin sudare;
14. sudarea întotdeauna înspre prinderea provizorie;
15. sudarea spre o sudură realizată anterior, utilizarea tehnicii de sudare în trepte, dispunerea unor rânduri discontinui, (i); în acest sens se folosește frecvent în practică sudarea la început a unei porțiuni din zona de capăt (sfârșit) a sudurii pe o lungime de 50 – 100 (200) mm după care sudarea propriu zisă se reia prin sudarea normală de la celălalt capăt înspre sudura deja existentă;