

UNIVERSITATEA “DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
FACULTATEA DE INGINERIE

Program de studiu: Proiectare și Simulare în Ingineria Sudării

LUCRARE DE DISERTAȚIE

Îndrumător științific,
Șef lucr. dr. ing. Carmen Catălina RUSU

Absolvent,
Ing. Ana GOGAN

Galați



TEMA LUCRĂRII DE DISERTAȚIE

RECONDIȚIONAREA PRIN SUDARE A ROLELOR DE PE CALEA DE RULARE A BRAMELOR DIN LAMINORUL DE TABLĂ GROASĂ

Cuprins

Rezumatul lucrării	4
Capitolul 1. Metodologia de cercetare.....	5
1.1. Recondiționarea pieselor	5
1.2. Analiză economică privind costul de recondiționare	6
1.3. Descrierea piesei alese pentru recondiționare	6
1.4. Materialul de bază al piesei	7
1.4.1. <i>Analiza chimică și proprietăți mecanice a oțelului S235JR</i>	7
1.4.2. <i>Analiza microstructurală a oțelului S235JR</i>	8
1.4.3. <i>Domenii de utilizare a oțelului S235JR și procedee de sudare utilizate la recondiționare</i>	8
1.5. Alegerea procedurii de recondiționare a rolelor	9
Capitolul 2. Procedee de recondiționare prin sudare	11
2.1. Recondiționare prin sudare cu electrozi înveliți	11
2.2. Recondiționare prin sudare sub strat de flux.....	19
Capitolul 3. Tehnologia de recondiționare prin sudare a rolelor	24
3.1. Pregătirea rolelor pentru încărcare prin sudare	24
3.1.1. <i>Pregătirea suprafețelor de încărcat</i>	24
3.1.2. <i>Alegerea materialelor de adaos</i>	25
3.1.3. <i>Încărcarea prin sudare prin procedeul de sudare sub strat de flux</i>	27
Capitolul 4. Controlul de calitate al produselor recondiționate	31
4.1. Defectele posibile suduri.....	31
4.2. Metode de control nedestructiv	33
4.2.1. <i>Control vizual</i>	34
4.2.2. <i>Control cu lichide penetrante</i>	34
4.2.3. <i>Control cu ultrasunete</i>	38
Capitolul 5. Protecția muncii în domeniul sudării	41
Concluzii	43
Bibliografie	44

Rezumatul lucrării

În România cel mai mare combinat siderurgic se află la Galați, fiind și unul dintre pilonii principali al economiei orașului. Acest combinat produce o gamă largă de produse plate (tablă groasă, rulouri, tablă zincată și tablă acoperită organic), precum și produse tubulare sudate longitudinal.

Din toată gama de produse plate a combinatului siderurgic din Galați, tabla groasă este cea care a adus recunoaștere combinatului prin multiplele sale avantaje și utilizări, fiind în continuă cerere pe piața oțelului. Tabla groasă reprezintă tabla cu diametrul cuprins între 6...40 mm și este utilizată în industria navală, auto, structuri sudate (poduri), recipienți sub presiune și tubulatură. Tabla groasă este produsă în Laminorul de tablă groasă, utilizând echipamente și instalații specifice. Semifabricatul utilizat îl reprezintă bramele elaborate de oțelărie.

Într-un Laminor de tablă groasă, tipurile și intensificarea proceselor tehnologice, creșterea vitezelor de lucru, a eforturilor la care sunt solicitate agregatele, utilajele și echipamentele duc la accelerarea degradării componentelor și subansamblurilor acestora. După un anumit număr de ore de funcționare a unui ansamblu, unele piese, mai greu solicitate, prezintă o stare avansată de uzură, ceea ce face imposibilă funcționarea în continuare a ansamblului respectiv. În afara uzurii datorită unei funcționări de o anumită durată, piesele mașinilor și ale aparatelor pot ieși din funcțiune și în urma unor cauze accidentale: loviri, suprasolicitari, montări greșite, defecte de material etc.

Pentru a repune ansamblul respectiv în funcțiune, el este supus reparațiilor. Principalele etape ale activității de reparații sunt: demontarea pieselor din ansamblul utilajului, trierea în vederea identificării celor uzate sau avariate, spălarea, delimitarea uzurii sau avariei, stabilirea tehnologiei de recondiționare, efectuarea operațiilor de recondiționare.

Pentru ca piesele uzate să-și poată îndeplini în bune condiții rolul lor inițial, ele se supun unui proces de recondiționare.

Prezenta lucrare are ca scop prezentarea modului de recondiționare a rotelor de pe calea de rulare a bramelor a unui Laminor de tablă groasă.

Capitolul 1 prezintă generalități privind recondiționarea unor piese de pe calea de rulare a bramelor din laminorul de tablă groasă. Capitolul 2 expune procedeele de recondiționare prin sudare care pot fi folosite la rotele de pe calea de rulare. Capitolul 3 reprezintă tehnologia de recondiționare prin sudare aplicată rotelor. Capitolul 4 prezintă controlul tehnic de calitate în vederea verificării rotelor după recondiționare. Capitolul 5 se referă la sănătatea și securitatea în muncă în domeniul sudării.

Capitoul 1. Metodologia de cercetare

1.1. Recondiționarea pieselor

Recondiționarea este o componentă a activității de întreținere. Cuprinde măsurile necesare pentru readucerea în stare de funcționare bună a unor piese uzate sau avariate. Pentru ca piesele uzate să-și poată îndeplini în bune condiții rolul lor inițial, ele se supun unui proces de recondiționare.

Procesul de recondiționare cuprinde multiple tehnologii de recondiționare. Principalele tehnologii de recondiționare sunt:

- prelucrări mecanice
- acoperiri metalice prin încărcare cu strat sudură
- acoperiri galvanice
- metalizare
- rigidizări mecanice (cu brătări, nervuri, gusee etc.)
- prelucrări prin deformări plastice (forjare)
- utilizarea de compensatoare (piese complementare)

În alegerea tehnologiei de recondiționare se ține cont de:

- forma și dimensiunile piesei
- natura materialului piesei

Pentru o imagine de ansamblu la elaborarea proiectelor și întreținerea instalațiilor complexe, este necesar să se cunoască structura acestora. În acest scop se descompune sistemul (linia tehnologică, agregatul, instalație) în subsisteme de utilaje (mașini), ca de exemplu cel din Fig 1.1., pentru un Laminor de tablă groasă.

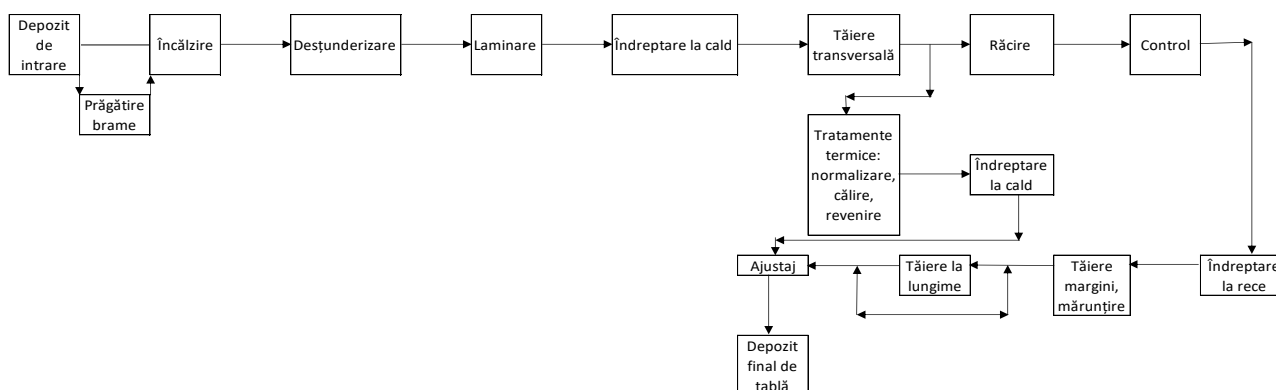


Fig.1.1. Sistem linie tehnologică laminor de tablă groasă

Totuși, nu toate piesele se supun recondiționării. Pentru stabilirea aplicării recondiționării se face o analiză tehnico-economică. În primul rând se ia în considerare, gradul de uzură al piesei, care influențează în mod direct costul recondiționării.

1.2. Analiză economică privind costul de recondiționare

Costul unei recondiționări, C_{rec} se poate determina cu relația:

$$C_{rec} = C_{op} + C_{man} + C_{mat} + C_r$$

unde:

C_{rec} – costul recondiționării

C_{op} – costul operațiilor pregătitoare

C_{man} – cheltuieli cu manopera

C_{mat} – cheltuieli cu materiale necesare recondiționării

C_r – cheltuieli cu regia

În cazul în care costul recondiționării C_{rec} este mai mic decât prețul unei piese noi C_{pn} , adică:

$$C_{rec} < C_{pn}$$

=> se prefără recondiționarea piesei uzate

Dacă însă costul recondiționării este mai mare decât cel al unei piese noi, adică:

$$C_{rec} > C_{pn}$$

=> nu se preferă recondiționarea piesei uzate

Totuși de cele mai multe ori, recondiționarea asigură economii însemnate față de situația în care s-ar înlocui piesele uzate cu piese de schimb noi. Aceste economii (E) rezultă din diferența:

$$E = C_{pn} - C_{prec}$$

1.3. Descrierea piesei alese pentru recondiționare

Pentru ca bramele să fie laminate în caje de laminare, ele sunt transportate într-un Laminor de tablă groasă pe calea de rulare a bramelor (Fig.1.2.). Această cale de rulare este supusă la solicitări mecanice mari datorită frecării dintre brama și rolă la trecerea bramei. În timp, aceste solicitări mecanice repetate duc la o uzare prin coroziune accentuată.

Această uzare prin coroziune constă în deteriorarea suprafețelor în timp prin pierderi de material datorită factorilor chimici agresivi sau a solicitărilor mecanice.



Fig.1.2. Calea de rulare a bramelor într-un laminor de tablă groasă

După stabilirea uzurii piesei, în alegerea oricărei tehnologii de recondiționare se ține cont, în primul rând, de materialul de bază al piesei.

1.4. Materialul de bază al piesei

Rolele de pe calea de rulare a bramelor unui Laminor de tablă groasă sunt din oțel S235JR. Conform standardului EN10025, marca de oțel S235JR conține simbolul S (care se referă la grupa de oțel- oțel pentru construcții, oțel nealiat pentru construcții, laminat la cald, cu valoare minimă a limitei de curgere de 235 N/ mm², pentru grosimi mai mici sau maxim egale cu 16 mm cu valoarea minimă a energiei de rupere la încercarea de încovoiere prin șoc de 27 J la 20°C.

1.4.1. Analiza chimică și proprietăți mecanice a oțelului S235JR

Suma procentelor de aliere EA este sub 0.8%. Elementele însoțitoare din oțelurile nealiat sunt impurități provenite din procesul de elaborare.

- Si se dizolvă complet în ferită, îmbunătățind proprietățile mecanice;
- Mn are rol de desulfurant și dezoxidant și se dizolvă în perlită, mărind duritatea și rezistența oțelului;
- P și S produc fragilitate la rece sau la cald;
- N formează nitrura Fe_4N stabilă la temperaturi mici și poate precipita la nivelul grăunților, producând fenomenul de îmbătrânire sau fragilizare a oțelului

Tab.1.1. *Compoziția chimică a oțelului S235JR*

Material oțel	C max [%]	MN [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	N [%]
	$t \leq 16$ [mm]					
S235JR	0.21	1.5	-	0.055	0.055	0.011

Tab.1.2. *Proprietăți mecanice a oțelului S235JR*

Material oțel	Limita de curgere [MPa]	Rezistența la tracțiune [MPa]	Gâtuirea [%]	Alungirea [%]	Energia absorbită (20°C, J)
	Grosime nominală $t \leq 16$ [mm]				
S235JR	235	360	35	15	27

1.4.2. Analiza microstructurală a oțelului S235JR

Oțelurile cu $0.02\% < C < 0.8\%$ au la temperatura ambiantă o structură constituită din ferită și perlită. Până la concentrații de $0.4\% C$ predomină în structură ferită (culoare albă), iar perlita apare la marginea unor grăunți feritici (culoare închisă). La $0.4\% C$ cei doi constituenți structurali apar în cantități aproximativ egale iar la conținuturi cuprinse între $0.5...0.8\% C$ matricea structurală devine perlitică, iar ferita va apare sub formă de rețea. Creșterea progresivă a cantității de perlită din structură odată cu mărirea concentrației în C va conduce și la importante modificări ale proprietăților mecanice și tehnologice.

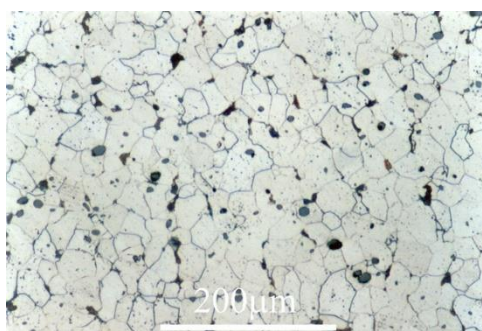


Fig.1.3. *Microstructura oțelului nealiat S235JR (Ferită & Perlită)*

1.4.3. Domenii de utilizare a oțelului S235JR și procedee de sudare utilizate la recondiționare

Domenii de utilizare a oțelului S235JR:

- Hale industriale, platforme, clădiri și structuri industriale
- Structuri și elemente metalice pentru instalații și utilaje tehnologice
- Rezervoare, recipiente sub presiune, buncăre, platforme fixe de foraj
- Alte construcții metalice: scări, pasarele, turnuri și piloni pentru telecomunicații

Procedee de sudare utilizate pentru oțel S235JR:

- MIG-MAG-Sudare în mediu de gaz inert și activ
- SAW-Sudare sub strat de flux
- MMA- Sudare manuală cu electrozi înveliți



Fig.1.4.*Sudare MIG-MAG*



Fig.1.5.*Sudare substrat de flux*



Fig.1.6.*Sudare manuală cu electrozi înveliți*

1.5. Alegerea procedului de recondiționare a rolelor

Datorită faptului că rolele suferă pierderi de material de pe suprafață lor (Fig.1.7.), este necesară recondiționarea cu acoperirea de material metalic.

Acoperirea cu material metalic se face cu încărcare la sudură electrică. Această încărcare la sudură electrică este operația prin care un material de adaos este depus printr-un procedeu de sudare pe un material de bază în scopul obținerii unor caracteristici sau dimensiuni dorite. De obicei, aceste caracteristici se referă la o rezistență ridicată la diferite forme de coroziune, uzură sau eroziune.

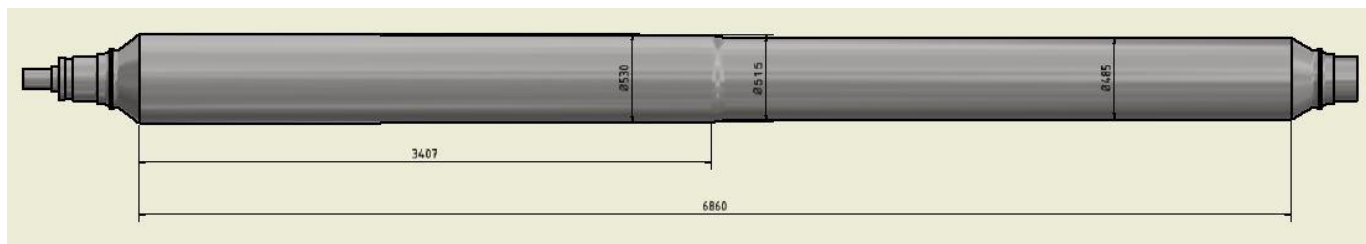


Fig.1.7. Rola proiectată în Autocad Inventor

În comparație cu alte procedee de acoperire sau tratament termic superficial, ca de exemplu cementarea, grosimea stratului depus prin încărcare prin sudare este mult mai mare, în general fiind de ordinul (3...10) mm.

Încărcarea prin sudare devine rentabilă atunci când se remediază piese voluminoase care prin alte procedee nu s-ar putea remedia și deci ar fi necesară scoaterea lor din uz.

Capitolul 2. Procedee de recondiționare prin sudare

Pentru recondiționarea roile de pe calea de rulare se optează pentru două procedee:

- Recondiționare prin sudare cu electrozi înveliți
- Recondiționare prin sudare sub strat de flux

2.1. Recondiționare prin sudare cu electrozi înveliți

Principiul acestui procedeu este exemplificat în Fig.2.1. Arcul electric este amorsat între un electrod învelit și piesa care se sudează. Arcul electric topește materialul de bază și vârful electrodului formând baie topită. Aceasta este protejată față de acțiunea atmosferei prin stratul de zgură lichidă și gazele generate de învelișul electrodului.

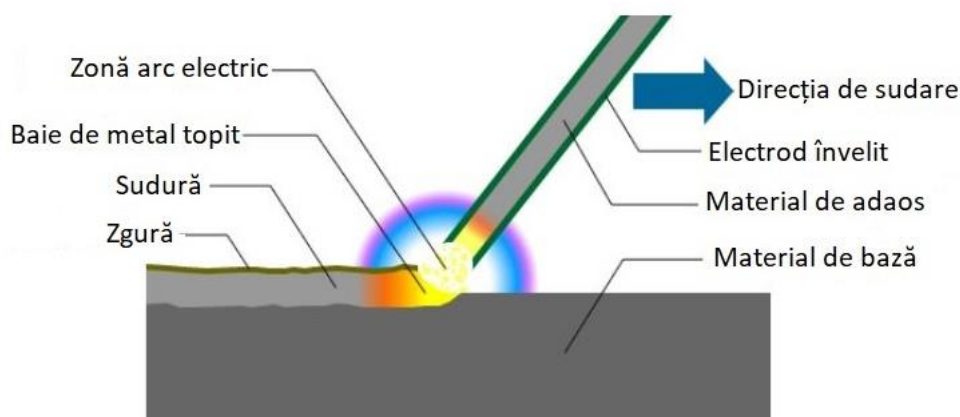


Fig.2.1. Principiul procedurii de sudare cu electrozi înveliți

Amorsarea procesului de sudare se face prin atingerea electrodului de piesă și retragerea sa la o anumită distanță. Sudarea cu electrozi înveliți este un procedeu manual, operatorul sudor efectuând toate operațiunile necesare realizării îmbinării sudate.

Domeniile uzuale de valori ale parametrilor și mărimilor caracteristice procedurii este exemplificat în următorul tabel:

Tab.2.1. Plasarea parametrilor de sudare în domeniile de valori

Parametrul de sudare	Domeniul de valori
Diametrul electrodului	1,6 – 6 mm
Curentul de sudare	25 - 400 A
Tensiunea arcului electric	15 - 30 V
Viteza de sudare	6 – 20 cm/min
Densitatea de curent	10 – 15 A/mm ²

Avantajele oferite de acest procedeu sunt următoarele:

- universalitate mare, putându-se suda aproape toate metalele și aliajele metalice
- calitatea sudării este bună
- posibilitatea sudării în orice poziție
- echipamentul de sudare simplu și ușor de întreținut, nu necesită personal înalt calificat

Sudarea manuală cu electrozi înveliți prezintă însă unele dezavantaje care constau în:

- productivitatea este scăzută
- apar pierderi mari de material
- calitatea sudării depinde de sudor

Diluția materialului de bază obținută cu acest procedeu este relativ mare.

Materialul de adaos folosit la acest procedeu îl reprezintă electrozii înveliți. Aceștia sunt formați dintr-o vergea metalică acoperită cu un înveliș depus prin presare sau, mai rar, prin imersionare. Învelișul asigură realizarea mai multor funcții:

- ușurarea procesului de amorsare a arcului prin scăderea tensiunii de ionizare a spațiului arcului
- stabilizarea arderii arcului electric
- protecția băii metalice topite fără de acțiunea atmosferei atât prin gazele rezultate la topirea învelișului, cât și prin zgura produsă
- dezoxidarea băii topite
- reducerea vitezei de răcire a sudurii, ca urmare a efectului stratului izolator de zgură
- controlul profilului băii topite prin influențarea tensiunii superficiale a acesteia (Fig.2.2)
- evitarea scurgerii materialului topit la sudarea în poziție.

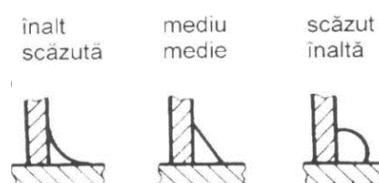


Fig.2.2. Controlul profilului băii topite

Pe lângă efectele favorabile menționate, învelișul electrozilor poate introduce în sudură și elemente ce influențează negativ calitatea acesteia, ca de exemplu hidrogenul. Sursa principală de hidrogen este umezeala.

Electrozii înveliți se livrează la dimensiuni standardizate și anume:

- diametrul vergelei metalice: 1,6; 2; 2,5; 3,25; 4 ; 5 și 6 mm
- lungimea vergelei: 200, 250, 300, 350, 450 mm

În funcție de mărimea raportului dintre diametrul învelișului și diametrul vergelei, electrozii pot fi:

- cu înveli subțire raport sub 1,4
- cu înveliș mediu raport 1,4 - 1,55
- cu înveliș foarte gros peste 1,6.

În funcție de compoziția învelișului, electrozii pot fi de următoarele tipuri, conform EN 499:

- cu înveliș acid
- cu înveliș rutilic

- cu înveliș celulozic
- cu înveliș bazic
- cu înveliș dublu

Electrozii cu înveliș acid (A) conțin oxizi de fier , carbonați, dezoxidanți. Produc un material topit cu fluiditate înaltă și prezintă o rată de topire mare, putând fi sudați cu curenți de intensitate ridicată. Folosind acești electrozi se obțin pe lângă efecte economice favorabile, suduri cu suprafață plată, netedă, curată. Transferul de material se face prin picături foarte fine. Zgura este relativ vâscoasă și se desprinde ușor. Au tendință de fisurare la cald și, de aceea, se utilizează în măsură redusă.

Electrozii cu înveliș rutilic (R) au în înveliș, în primul rând, oxizi de titan. Se remarcă prin caracteristici foarte bune, fiind, ca urmare, electrozii cel mai des utilizați. Transferul de material se face cu picături relativ mai mari, fără stropi. Pătrunderea sudurii este mare. Zgura are vâscozitate înaltă și protejează bine baia. Suprafața sudurii este netedă. Desprinderea zgurii este ușoară. Sudarea se poate efectua în toate pozițiile, cu excepția poziției vertical descendente. Conținutul de hidrogen din metalul depus prin sudare este înalt (25 30 ml/100 g metal depus). Electrozii sunt adecvați pentru sudarea în curent continuu sau alternativ. Exemplu de electrozi rutilici dintr-un catalog Ductil este prezentat în Fig.2.3.

SUPERTIT FIN

ELECTROD RUTILIC / RUTILE ELECTRODE



CLASIFICARE / STANDARDS

AWS A5.1: E 6013
EN ISO 2560-A: E 38 0 R 12

AUTORIZARI / APPROVALS

LRS: 2Y H15
TÜV: E 42 0 R 12
DB: N° 10.037.04
ANR: 2H
BV: 2HH
GL: 2Y H15
DNV: 2
ABS: 2

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Electrozi cu înveliș rutilic de grosime medie, recomandați în special pentru sudarea construcțiilor metalice ușoare, tablelor subțiri din oțel carbon. Sunt indicați pentru sudarea oțelurilor nealiate cu conținut de carbon de maxim 0,25%, pentru structuri ușoare, utilizate pentru temperaturi până la 0°C, ca de exemplu:
• OL 37.3; OL 44.2; OL 44.3 - STAS 500/2
• OLT 35 - STAS 8183
• S185, S235, S275, S355 - EN 10025
• P235, P265, P295, P 335 - EN 10028-2
Amorsare și reamorsare ușoară. Arcul este stabil, stropirea este foarte redusă atât în curent continuu cât și în curent alternativ. Aspect estetic al cordonului. Buna detașabilitate a zgurii.

DOMENII DE APLICATIE

Construcții metalice

MAIN FEATURES

Rutile medium coated electrode, especially developed for welding mild steels for light metallic constructions and thin sheets. Suitable for use in structural engineering, shipbuilding and vehicle, made of steels with max. 0.25%, for a service temperature up to 0°C, like:
• OL 37.3; OL 44.2; OL 44.3 - STAS 500/2
• OLT 35 - STAS 8183
• S185, S235, S275, S355 - EN 10025
• P235, P265, P295, P 335 - EN 10028-2
Excellent striking and restriking qualities. The electrode welds with a stable arc and very spattering loss. The slag is self-releasing.

MAIN APPLICATIONS

Metal working industry

POZITII DE SUDARE / WELDING POSITIONS



CURRENT / CURRENT: DC-, AC

Tensiune de mers în gol = min. 50V /
Minimum 50 V open circuit voltage

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

C	Mn	Si	S	P					
0.06 - 0.10	0.30 - 0.60	0.20 - 0.50	max. 0.03	max. 0.03					

CARACTERISTICI MECANICE / MECHANICAL PROPERTIES

Limita de curgere/Yield strenght N/mm²	Rezistența la rupere/Tensile strenght N/mm²	Alungirea/Elongation A 5d %	Kv J 0°C
430 - 470	490 - 600	min. 24	min. 47

DEPOZITARE - CALCINARE

A se păstra în locuri uscate la temperatura camerei.

STORAGE - REBAKING

Keep dry and store at room temperature.

CURENȚI DE SUDARE / AMPERAGE

1.60	2.00	2.50	3.20	4.0	5.0				
30 - 50	40 - 60	60 - 90	110 - 135	160 - 180	180 - 210				

AMBALARE / PACKING

Diametru	mm	1.60	2.00	2.50	2.50	3.20	3.20	4.0	4.0	5.0
Lungime / Length	mm	250	300	300	350	350	450	350	450	450
Greutate pe electrod / Weight per electrode	g	5.90	11.80	16.00	19.50	31.95	41.80	48.10	64.50	97.20
Nr de fire pe pachet / Pcs. per innerbox	n°	591	323	237	230	139	13	92	92	60
Greutate pachet / Weight per innerbox	kg	3.5	3.8	3.8	4.5	4.5	5.8	4.5	5.8	6.0
Nr de fire pe cutie / Pcs. per outerbox	n°	2364	1292	948	690	418	418	276	276	180
Greutate pe cutie / Weight per outerbox	kg	14.0	11.4	11.4	13.5	13.5	17.4	13.5	17.4	18.0
Cod / Code		W0002 88257	W0002 88258	W0002 88259	W0002 88260	W0002 88261	W0002 88262	W0002 88263	W0002 88264	W0002 88265

Fig.2.3. Electrozi cu înveliș rutilic (catalog Ductil)

Electrozii cu înveliș celulozic (C) conțin materiale organice (celuloză), care prin ardere produc o cantitate mare de gaze. Se sudează, în special, în poziție vertical descendentă, exclusiv în curent continuu. Zgura este subțire și se solidifică rapid. Sudura are pătrundere mare (datorită hidrogenului rezultat prin arderea învelișului tensiunea arcului se mărește). Conținutul de hidrogen din sudură este înalt. Aspectul sudurii este mai puțin estetic, cu solzi inegali. Exemplu de electrozi celulozici dintr-un catalog Ductil este prezentat în Fig.2.4.

SAF-FRO

Fig.2.4. Electrozi cu înveliș celulozic (catalog Ductil)

Electrozii cu înveliș bazic (B) conțin fluorură de calciu și carbonat de calciu. Zgura este fluidă, are un interval mic de solidificare și acoperă bine baia. La răcire vâscozitatea zgurei crește rapid, ceea ce permite sudarea în poziție mai puțin cea verticală descendentă. Există însă electrozi bazici care permit sudarea și în această poziție. Zgura se desprinde mai greu, sudura are un profil convex, mai puțin estetic. Se sudează în curent continuu (polaritate inversă), mai rar în curent alternativ. Metalul depus se remarcă prin caracteristici mecanice înalte și, de aceea, acești electrozi se utilizează în cazurile când se impun cerințe severe calității îmbinărilor sudate. Conținutul de hidrogen al metalului depus poate fi redus (5 15 ml/100 g metal depus), cu condiția depozitării și manipulării

corespunzătoare a electrozilor. În ultimul timp, au fost dezvoltati electrozi cu înveliș bazic cu absorbție redusă de umiditate. Exemplu de electrozi bazici dintr-un catalog Ductil este prezentat în Fig.2.5.

SANBAZ

ELECTROD BAZIC / LOW HYDROGEN ELECTRODE

SAF-FRO

CLASIFICARE / STANDARDS		AUTORIZARI / APPROVALS	
AWS A5.1: E 7018-1 H4 R	LRS: 3m4YmH5	BV: 3Y HHH	3Y HHH
EN ISO 2560 - A: E 42 S B 42 H5	ABS: 3Y 3H5	ANR: 4Y HHH	4Y HHH
	GL: 4Y H5	TUV: E 42 S B 42 H5	E 42 S B 42 H5
	DNV: 3Y H5	DB: N° 10.116.17	N° 10.116.17

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Electrod bazic pentru sudarea oțelurilor carbon si slab aliate. Invelișul acestui electrod a fost studiat pentru a asigura o absorbție scazuta de umiditate si de asemenea un continut foarte scazut de hidrogen difuzibil in metalul depus (< 4 ml/100 g). Excelentele caracteristici mecanice ale metalului depus recomanda acest electrod pentru structurile puternic solicitate static si dinamic. Continutul scazut de hidrogen difuzibil asigura o rezistență marita la fisurarea la rece si de asemenea valori crescute ale rezilienței pana la temperatura de -50°C. Caracteristici excelente de sudabilitate in toate pozitile de sudare cu exceptia pozitiei vertical descendente. Stropire foarte redusa atat in curent continuu cat si in curent alternativ, cu o rata mare de depunere. Aplicatii principale: vase sub presiune, boilere, poduri, fabricatie tevi.

DOMENII DE APLICATIE

Constructii navale, recipienti sub presiune, inclusiv pentru industria chimica/petroliera; fabricarea tevilor; constructia platformelor marine; poduri + cai ferate + constructii civile (poduri, viaducte).

MAIN FEATURES

Basic coated electrode with low hydrogen content, designed for works highly strained at static and dynamic loadings. It is used in structural engineering, boilers, tanks and vehicle constructions and also bridges and shipbuilding. It is recommended for a service temperature down to - 50°C. Its coating and has been developed in order to ensure low moisture absorption properties and consequently and extra low diffusible hydrogen content in the weld metal (< 4 ml/100 g). It is recommended for the materials:

- St 33 to St 52-3 - DIN 17100
- H I, H II, 17 Mn4 - DIN 17155
- A, B, D, E (shipbuilding steels)
- WStE 255 to WStE 355 - DIN 17102

MAIN APPLICATIONS

Vessels, boilers fabrication including for chemical petrochemical industry; ship buildings; pipes fabrication; off-shore fabrication.

POZITII DE SUDARE / WELDING POSITIONS

CURENT / CURRENT: DC+, AC

ANALIZA CHIMICA A METALULUI DEPOS % / ALL - WELD METAL CHEMICAL ANALYSIS %									
C	Mn	Si	S	P					
0.05 - 0.09	1.10 - 1.50	0.25 - 0.55	≤ 0.010	≤ 0.020					

CARACTERISTICI MECANICE / MECHANICAL PROPERTIES

Tratament termic/Heat treatment	Rm N/mm²	Rs N/mm²	E % 5d	Kv J -50°C
Stare sudată/As welded	510 - 600	≥ 430	≥ 24	≥ 90
Dupa/after 620°C x 1h	500 - 590	≥ 420	≥ 22	≥ 90

DEPOZITARE - CALCINARE

Inainte de sudare electrozii se vor usca in mod obligatoriu timp de 2 h la 250 + 300°C. Electrozii SANBAZ se pot ambala si vacuum, in cutii standard (mari) conform tabelului de mai jos, precum si in cutii la 1/2 sau 1/4 din greutatea standard. In conditiile ambalarii vacuum, dupa deschiderea ambalajului, timp de minim 9 h electrozii pot fi folositi la efectuarea operatiilor de sudare, fara sa se calcineze in prealabil.

STORAGE - REBAKING

Vacuum packing: at the moment of opening undamaged packing, guarantees a level of diffusible hydrogen in the deposited metal, within 9 h after opening, without rebaking. Keep dry and store at room temperature. Once opened, store at 90° - 150°C till used. Rebaking: 2h at 250 - 300°C.

CURENTI DE SUDARE / AMPERAGE									
2.50	3.20	4.00	5.00						
65 - 90	120 - 140	160 - 190	180 - 210						

AMBALARE / PACKING									
Diametru	mm	2.50	2.50	3.20	3.20	4.00	4.00	5.00	
Lungime / Length	mm	300	350	350	450	350	450	450	
Greutate pe electrod / Weight per electrode	g	20.20	23.20	36.20	47.20	52.30	68.20	98.40	
Nr de fire pe pachet / Pcs. per innerbox	n°	175	172	112	115	76	82	55	
Greutate pachet / Weight per innerbox	kg	3.5	4.0	4.0	5.5	4.0	5.5	5.5	
Nr de fire pe cutie / Pcs. per outerbox	n°	700	516	336	345	228	246	165	
Greutate pe cutie / Weight per outerbox	kg	10.5	12.0	12.0	16.5	12.0	16.5	16.5	
Cod / Code		W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	
		88467	88468	88469	88470	88471	88472	88473	
Cod / Code VPM (vacuum pack mediu)		W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	W0002	
		88475	88476	88477	88478	88479	88480	88481	

Fig.2.5. Electrozi cu înveliș bazic (catalog Ductil)

Electrozii cu înveliș dublu, de obicei bazic-rutilic (RB) combină calitățile celor două tipuri de înveliș utilizate și anume: comportarea la sudare bună, specifică învelișului rutilic, cu caracteristicile mecanice înalte, datorate învelișului bazic. Exemplu de electrozi cu înveliș rutilic-bazic dintr-un catalog Ductil este prezentat în Fig.2.6.

LEXAL ERS 22.9.3 N

ELECTROD RUTILIC-BAZIC / RUTILE-BASIC ELECTRODE



CLASIFICARE / STANDARDS		AUTORIZARI / APPROVALS	
EN 1600:	E 22 9 3 3NL R 12	RINA:	E 2209
AWS A5.4:	E 2209-16	DNV:	DUPLX (Kv - 25°C)
		BV:	up
		ABS:	E 2209
		GL:	4462
		LRS:	S 31803

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Electrod destinat sudării oțelurilor inoxidabile Duplex cu un conținut de 22% Cr, 9% Ni și 3% Mo. Rezistență excelentă la coroziune intergranulară, datorată și conținutului foarte scăzut de carbon. Excelentă operativitate, fără stropi; zgura autodeschisabilă și un aspect estetic al cordonului de sudură. Recomandat pentru sudarea îmbinărilor eterogene ale Duplexului cu oțel carbon.

DOMENII DE APLICATIE

Construcții navale; recipienti sub presiune, inclusiv pentru industria chimică și petrolieră; fabricarea țevilor; platforme marine.

MAIN FEATURES

Electrode suitable for welding of Duplex stainless steels having 22% Cr, 9% Ni and 3% Mo. Good resistance to intergranular corrosion, low carbon content. Excellent weldability with a spatter free arc; self releasing slag combined with a very smooth bead appearance.

Suitable for Duplex to carbon steel dissimilar welding.

MAIN APPLICATIONS

Shipbuilding; vessels, boilers fabrications (including for chemical, petrochemical industry); pipes fabrication; off-shore fabrication.

POZITII DE SUDARE / WELDING POSITIONS



CURRENT / CURRENT: DC+, AC

RANDAMENT / EFFICIENCY: 100%

C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	N	F% (Vol)
≤ 0.03	0.50 ÷ 1.50	0.50 ÷ 0.90	≤ 0.02	≤ 0.02	8.00 ÷ 10.0	21.0 ÷ 23.0	2.50 ÷ 3.00	0.10 ÷ 0.16	35 ÷ 60

CARACTERISTICI MECANICE / MECHANICAL PROPERTIES

Tratament termic/Heat treatment	Rm N/mm²	Rs N/mm²	E % 4d	Kv J +20°C	Kv J -25°C
Stare sudată/As welded	≥ 700	≥ 600	≥ 25	≥ 47	≥ 30

Pitting Corrosion Test (according to ASTM G48 Method A / condition test: 24h exposure at +20°C)

DEPOZITARE - CALCINARE

A se păstra în locuri uscate la temperatura camerei. Odată deschis pachetul, a se păstra la 90° - 150° C. Calcinare: 1 h la 350° C max 5 ori.

STORAGE - REBAKING

Keep dry and store at room temperature. Once opened, store at 90° - 150° C. Rebaking: 1h at 350° C max 5 times.

2.50	3.20	4.0	5.0						
40 - 70	60 - 90	90 - 140	140 - 210						

	mm	2.50	3.20	4.00	5.00				
Diametru / Length	mm	300	350	350	350				
Greutate pe electrod / Weight per electrode	g	18.4	37.5	55.0	82.0				
Nr de fire pe pachet / Pcs. per innerbox	n°	190	120	80	50				
Greutate pachet / Weight per innerbox	kg	3.5	4.5	4.4	4.1				
Nr de fire pe cutie / Pcs. per outerbox	n°	570	360	240	150				
Greutate pe cutie / Weight per outerbox	kg	10.5	13.5	13.2	12.3				
Cod / Code		W0002 88899	W0002 88900	W0002 88901	W0002 88902				

Fig.2.6. Electrozi cu înveliș rutilic-bazic (catalog Ductil)

Există, de asemenea, electrozi cu înveliș rutilic-celulozic (RC) sau rutilic-acid (RA). Sunt un tip special de electrozi cu caracteristici de depunere înalte. Acești electrozi conțin în înveliș pulberi de fier sau alte pulberi metalice, ceea ce conduce la mărirea cantității de metal depus prin topirea lor, întrucât învelișul acestor electrozi este bun conducător de electricitate, amorsarea arcului electric se face la atingerea învelișului de piesă și sudarea poate avea loc cu arc înecat, electrodul fiind sprijinit de piesă. Sudarea se face exclusiv în poziție orizontală.

Eficiența depunerii de material la sudarea cu electrozi înveliți se apreciază în mod uzual prin următoarele mărimi:

- Randament nominal, R_N

$$R_N = \frac{mMD}{m_{vergeaconsumată}} \cdot 100\%$$

- Randament global, R_G

$$R_G = \frac{mMD}{m_{electrod\ consumat}} \cdot 100\%$$

- Coeficient de depunere, D

$$D = \frac{mMD}{I_s \cdot t}, j/A_s$$

unde:

- mMD -masa metalului depus
- $m_{vergeaconsumată}$ – masa vergelei consumate pentru realizarea metalului depus
- $m_{electrod\ consumat}$ – masa electrodului consumat
- I_s – curentul de sudare
- t – timpul de sudare

Electrozii înveliți se livrează în cutii de carton (Fig.2.7), ambalați în pungi din material plastic sau în cutii metalice. Ei trebuie păstrați în încăperi cu umiditate relativă sub 70% (electrozii nebazici), respectiv 40% (electrozii bazici) și cu temperatură constantă. O depozitare necorespunzătoare a electrozilor poate conduce la absorbția de umezeală în înveliș și prin aceasta la creșterea cantității de hidrogen din metalul depus. Durata maximă de depozitare a electrozilor este limitată în timp. Ea depinde de tipul electrozilor, valoarea ei urmând a fi stabilită prin consultarea furnizorului.

Înainte de utilizare electrozii înveliți trebuie uscați la o temperatură recomandată de producător sau, dacă lipsesc astfel de prescripții, la temperaturi de:

- 120 - 150°C electrozi titanici
- 200 - 400°C electrozi bazici

Durata de menținere la această temperatură este de 12 h.



Fig.2.7. Electrozi ambalați în cutie de carton

2.2. Recondiționare prin sudare sub strat de flux

Principiul procedurii de sudare sub strat de flux este prezentat în Fig.2.8.

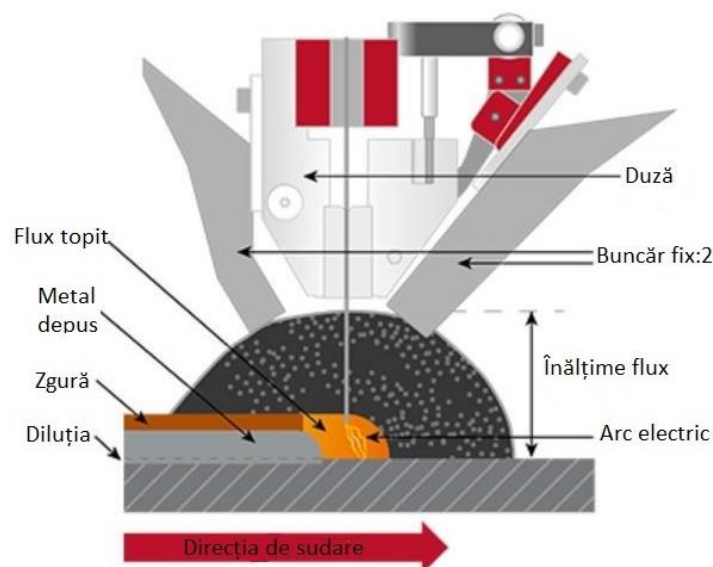


Fig. 2.8. Principiul prodeului de sudare sub strat de flux

Arcul electric arde între un electrod fuzibil, de obicei sub formă de sârmă, și piesa de sudat, arcul electric și zona sudurii fiind acoperite de un strat protector de flux. Amorsarea arcului electric se face prin atingerea sarmei de piesă.

Sudarea sub flux se desfășoară practic în exclusivitate în variantă mecanizată. Este posibilă, de asemenea, sudarea semimecanizată, variantă care însă în prezent nu mai este utilizată decât în situații foarte rare. Sudarea poate fi realizată în curent continuu sau alternativ, sursa de sudare având

caracteristică externă rigidă sau coborâtoare. În funcție de caracteristica sursei, reglarea procesului de sudare se face prin sistem exterior sau interior (autoreglare).

Caracteristici ale procedului de sudare sub strat de flux:

- rată de depunere înaltă
- calitate a sudurii foarte bună, independentă de îndemânarea operatorului
- existența posibilității de aliere a cusăturii prin sârmă și/sau flux
- grad de utilizare înalt a materialului de adaos
- posibilitatea de automatizare a procesului
- lipsa necesității de protecție a vederii operatorului
- degajare de fum foarte redusă

Sudarea se realizează exclusiv aproape în poziție orizontală. În cazul luării unor măsuri de precauție suplimentare, sudarea poate fi realizată și în poziție orizontală pe un perete vertical.

Aplicarea sudării sub flux necesită o instalație relativ complicată (Fig.2.9.). După sudare este necesară îndepărtarea zgurii. Prin contaminarea fluxului există pericolul producerii unor defecte de sudare. Sudarea sub flux se pretează pentru realizarea unor îmbinări de grosime mare cu acces ușor la locul sudării. Se pot suda oțeluri carbon, slab aliate sau aliate. Procedul nu se aplică la sudarea fontei, a metalelor neferoase și reactive. Grosimea minimă sudabilă sub strat de flux este de cca. 2 mm.



Fig.2.9. Instalație sudare sub strat de flux

Domeniile de valori în care sunt plasați parametrii de sudare se regăsesc în tabelul 2.2.

Tab.2.2. Plasarea parametrilor de sudare în domeniile de valori

Parametrul de sudare	Domeniul de valori
Diametrul sârmei	2-6 (8) mm
Curentul de sudare	200-1400 (4000) A
Tensiunea arcului	25-45 V
Viteza de sudare	15-200 cm/min
Rată depunere	3-40(60) kg/h

Ca materiale de sudare se utilizează sârme și fluxuri. Clasificarea sârmelor și fluxurilor este standardizată:

- **SR EN ISO 544:2011** Materiale consumabile pentru sudare. Condiții tehnice de livrare a materialelor de adaos și a fluxurilor. Tipul produsului, dimensiuni, toleranțe și marcarea
- **SR EN ISO 14171:2011** Materiale consumabile pentru sudare. Electrozi fuzibili, electrozi sârmă tubulară și cupluri electrod- flux pentru sudarea cu arc electric sub strat de flux a oțelurilor nealiat și cu granulație fină. Clasificare.

În funcție de compoziția chimică a materialului de bază se aleg sârme și fluxuri.

Sârmele pentru sudarea sub strat de flux se livrează în bobine sau colaci (Fig.2.10), având diametrul sârmei în domeniul 2-8 mm., uzual 3-5 mm.

AMBALAREA SÂRMELOR PLINE



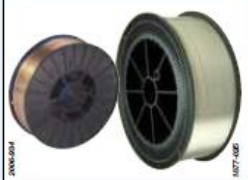
Tipuri de role Bobine din material plastic	Bobine metalice	Bobine metalice cu butuc: BS 300
Bobinele plastice sunt notate: S 200 - S 300 (diametru: 200 mm sau 300 mm) Cantitatea de sarma este mentinuta de doua flansi rigide sustinute de mai multe raze si un butuc.  Avantaje: - suport rigid pentru o excelenta mentinere a cantitatii de sarma, - nu necesita adaptor.	Bobine standard: B 200 sau B 300 (diametru: 200 mm sau 300 mm) Cantitatea de sarma este mentinuta de doua flansi nerigidizate central.  Avantaje: - reciclabil, deci ecologic, - economic. Necesita un adaptor. Adaptor pentru B 200 \$1090-4555 Adaptor pentru B 300 \$1090-4556	Cantitatea de sarma este mentinuta de doua flansi rigidizate cu un butuc.  Avantaje: - o mai buna mentinere a sarmei, - reciclabil, deci ecologic, - nu necesita adaptor, - posibilitatea de a fixa un clips metalic de antrenare.
Cele doua tipuri de bobinare a sarmei: Bobinare SS („spira langa spira”) Risc de tensionare a spirelor acoperite, provocat de acumularile de presiune rezultate intre toleranta geometrica a sarmei si largimea rolei de sarma. Bobinare SR (spire „ordonate”) Caracterul aleatoriu al infasurarii spirelor provoaca o incrucisare a acestora si permite acoperirea lor. Devidajul este astfel mai fiabil.		
Butoaie Butoi cilindric ENDURO  Butoi dreptunghiular PACKMATIC 		

Fig.2.10. Exemplu de ambalare a sârmelor (catalog Ductil)

Pentru un contact electric bun și protecție împotriva oxidării, sârmele sunt cuprate.

Fluxurile sunt folosite în principal pentru a asigura o protecție a băii topite. În același timp, fluxul are efecte favorabile prin:

- stabilizarea arderii arcului
- alierea metalului depus
- micșorarea vitezei de răcire a sudurii prin intermediul stratului de zgură pe care îl produce

Clasificarea fluxurilor este standardizată conform SR EN ISO 14174:2019.

În funcție de modul de fabricație se disting:

- fluxuri topite
- fluxuri aglomerate
- fluxuri mixte

Fluxurile topite se obțin prin topirea componentelor și granulara ulterioară. Caracteristici:

- omogenitate bună
- rezistență mecanică înaltă
- nu sunt higroscopice
- nu permit alierea cusăturii

Fluxurile aglomerate sunt amestecuri granulate legate de materii prime fărâmițate. Ele se clasifică în funcție de temperatura la care se face uscarea lor:

- fluxuri ceramice-uscate în procesul de fabricație la o temperatură de 300-400 °C
- fluxuri sinterizate- la care temperatura de uscare este de cca. 800-900 °C

Caracteristici fluxuri aglomerate:

- permit alierea cusăturii
- rezistență mecanică redusă
- sunt higroscopice
- necesită măsuri speciale de depozitare și uscare înainte de sudare
- consum de flux mic

Fluxurile mixte conțin amestecuri de fluxuri topite și fluxuri aglomerate.

Caracteristici:

- preia avantajele celor 2 tipuri de fluxuri
- există riscul separării componentelor ca urmare a densității diferite a fluxurilor

În funcție de compoziția chimică a principalelor componente, fluxurile pot fi împărțite în următoarele tipuri:

- silico-manganos (MS)
- silico-calcic (CS)
- silico-zirconic (ZS)
- silico-rutilic (RS)
- alumino-rutilic (AR)
- alumino-bazic (AB)
- fluoro-bazic (FB)

Fluxurile MS au o aliere puternică cu mangan a metalului depus. Sunt puțin sensibile la rugină, ulei și permit sudarea cu viteză mare. Se utilizează la sudarea în multe treceri cu curenți până la cca. 1100 A.

Fluxurile CS se deosebesc prin gradul de aliere cu siliciu. Un nivel scăzut de aliere cu siliciu conduce la sensibilitate redusă la fisurare și rugină, dar și la posibilitatea sudării cu curenți maximi relativ scăzuți. În cazul unor fluxuri cu aliere pronunțată cu siliciu se obține o sudură cu pătrundere mare, cu posibilitatea de sudare cu curenți până la 2500 A. Sensibilitatea lor la rugină, oxizi, ulei este mai mare. Se recomandă pentru sudarea într-o trecere.

Fluxurile AR se utilizează la sudarea cu viteze mari. Zgura se detașează ușor. Sunt utilizate, în special pentru suduri de colț.

Fluxurile AB au caracter bazic, asigurând o puternică aliere cu mangan. Metalul depus are caracteristici mecanice înalte cu tendință scăzută de fisurare.

Fluxurile FB de tip bazic asigură realizarea unor suduri cu tenacitate înaltă și tendință foarte scăzută la fisurare.

Bazicitatea unui flux se determină cu relația lui Boniszewski:

$$BI = \frac{CaO + CaF_2 + MgO + K_2O + Na_2O + LiO_2 + BaO + SrO + \frac{1}{2}(MnO + FeO)}{SiO_2 + \frac{1}{2}(Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)}$$

factor Boniszewski = 1,3

BI < 0.8	Flux Acid
0.8 < BI < 1.2	Flux Neutru
BI > 1.2	Flux Bazic

Toate tipurile de flux pot fi utilizate la sudarea în curent continuu, polaritate inversă. Pentru sudarea în curent alternativ se pretează fluxurile care permit operarea cu curenți de sudare mari.

Masa specifică a fluxului depinde de tipul fluxului. Ea are valori de cc. 1,3 – 1,8 kg/dm³ în cazul fluxurilor topite și de cca. 0,8 – 1,2 kg/dm³ în cazul celor bazice.

Cu cât densitatea fluxului este mai mică, cu atât consumul de flux este mai scăzut, densitatea fluxului influențând, de asemenea, geometria (pătrunderea) sudurii.

Fluxul poate prezenta diferite granulații, mărimea granulelor fiind plasată în domeniul 0,08-2,5 mm. O granulație fină se folosește atunci când se urmărește obținerea unei cusături cu suprafața netedă sau când se sudează cu curenți mari. Aceste fluxuri prezintă însă un pericol de contaminare mai înalt cu umezeală. O granulație mare a fluxului permite o degazare mai bună a băii lichide, ceea ce este avantajos în cazul sudării cu viteză mare sau pe piese cu suprafață impurificată.

Fluxurile trebuie depozitate în încăperi cu umiditate controlată (max. 80%), fiind ambalate în saci sau bidoane închise ermetic. Pentru eliminarea umidității, înainte de utilizarea fluxurilor trebuie uscate la o temperatură recomandată de producător. Orientativ, uscarea fluxurilor topite se face la o temperatură de cca. 250 °C (2 ore), iar a celor aglomerate la o temperatură mai înaltă (300-350 °C, 2,5-3 ore). Având în vedere faptul că în timp proprietățile fluxului se deteriorează, în special calitatea liantului – silicatul de sodiu, fluxurile trebuie utilizate într-o perioadă de maxim 2-3 ani de la fabricare, conform specificației producătorului.

Capitolul 3. Tehnologia de recondiționare prin sudare a rolor

3.1. Pregătirea rolor pentru încărcare prin sudare

Pentru a obține o îmbinare sudată de calitate, este necesară pregătirea corespunzătoare a componentelor de sudat (Fig.3.1.). Acest lucru se referă la alegerea suprafețelor componente și la elaborarea tehnologiilor de sudare.



Fig.3.1. Rolă scoasă din instalație pentru recondiționare

3.1.1. Pregătirea suprafețelor de încărcat

Pregătirea pieselor pentru încărcare se face parcurgând trei etape obligatorii:

- curățirea externă a pieselor, astfel ca suprafețele lor să nu mai aibă nici o urmă de impurități(uleiuri, vaselină, rugină, etc.) depuse în timpul exploatării lor;
- îndepărtarea porțiunii defecte (scoaterea fisurilor, porilor și incluziunilor) și eliminarea concentratorilor de tensiune (crestături sau schimbări bruște de secțiune) prin racordări bine alese.
- poziționarea pieselor pentru sudare și asigurarea condițiilor termice corespunzătoare materialului de bază

Sudarea se face cu procedeul și tehnologia potrivită recondiționării sau încărcării compatibile cu materialul de bază și cu grosimea pieselor operate. Alegerea materialului de adaos se realizează în conformitate cu:

- performanțele ce se așteaptă de la piesa care a fost recondiționată;
- procedeul de încărcare ales;
- natura solicitărilor care a determinat uzura.

Rolele care vin în contact direct cu materialul bramelor, în timpul exploatării suferă o serie de defecte de suprafață.

În cadrul pregătirii componentelor pentru încărcare, la recondiționarea rolor se realizează polizarea zonelor cu defect în vederea obținerii unor suprafețe cu racordări cât mai line

spre materialul sănătos, evitându-se concentratorii de tensiune. Se recomandă un control ultrasonic al piesei de reparat și un control cu lichide penetrante, de către organul C.T.C.

Recondiționarea rolor prin sudură în arc electric se execută în atelier.

La recondiționarea rolor se vor lua măsuri, ca în timpul execuției, rolele să fie la adăpost de curenții de aer sau intemperii.

După montarea rolei pe stand se execută curățirea brută a suprafețelor uzate cu rașcheta și peria de sârmă, apoi curățirea completă a urmelor de murdărie cu flacăra oxiacetilenică urmată de îndepărtarea cu peria de sârmă a resturilor.

Se încălzesc cu flacăra oxiacetilenică, până la roșu deschis, baturile de pe role și se taie mecanic. Prin încălzirea la roșu deschis (a zonelor de recondiționat) se depistează ușor, în afara baturilor, eventualele așchii de material nedesprinse, precum și muchiile eventualelor fisuri, prin culoarea diferită (galben deschis) pe care o capătă muchiile acestora.

Se curăță cu polizorul suprafețele de recondiționat și muchiile acestora, atât pe vârf cât și pe aripile inimii. Înainte de sudură, suprafețele de recondiționat vor fi șterse cu bumbac uscat înlăturându-se orice urmă de impurități. Curățirea incompletă compromite calitatea sudurii prin apariția de sulfuri sau incluziuni în stratul de metal depus. Suprafețele de recondiționat, vor fi prelucrate în suprafețe uniforme.

3.1.2. Alegerea materialelor de adaos

Alegerea materialului de adaos se face în funcție de compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale metalului de bază, temperatura de exploatare, nivelul solicitărilor, riscul de fisurabilitate a cusăturii, grosimea materialului, poziția de sudare etc.

Prezentul proiect recomandă la recondiționarea prin încărcare a rolor a două procedee de încărcare prin sudare:

- recondiționarea prin sudare cu electrozi înveliți
- recondiționarea prin sudare sub strat de flux

Dintre cele două procedee cel mai indicat este recondiționarea sub strat de flux, datorită productivității ridicate.

Pentru acest procedeu de sudare am ales cuplu sârmă flux de la OERLIKON:

- Compoziția chimică a materialului de adaos – sârmă plină OE-S2 (Oerlikon)

Tab.3.1. Compoziție chimică sârmă OE-S2

	C	MN	SI	MO
OE-S2	0.06	1,4	0.4	-

- Caracteristicile mecanice ale materialului de adaos – sârmă plină OE-S2 (Oerlikon)

Tab.3.1. *Caracteristici mecanice sârmă OE-S2*

Sârmă	Limita de curgere [MPa]	Rezistența mecanică [MPa]	Alungirea la rupere A5 [%]	Energia de rupere (J)				
				-20°C	-30°C	-40°C	-46°C	-60°C
OE-S2	≥ 400	480-600	≥ 22	-	-	≥ 47	≥ 27	-

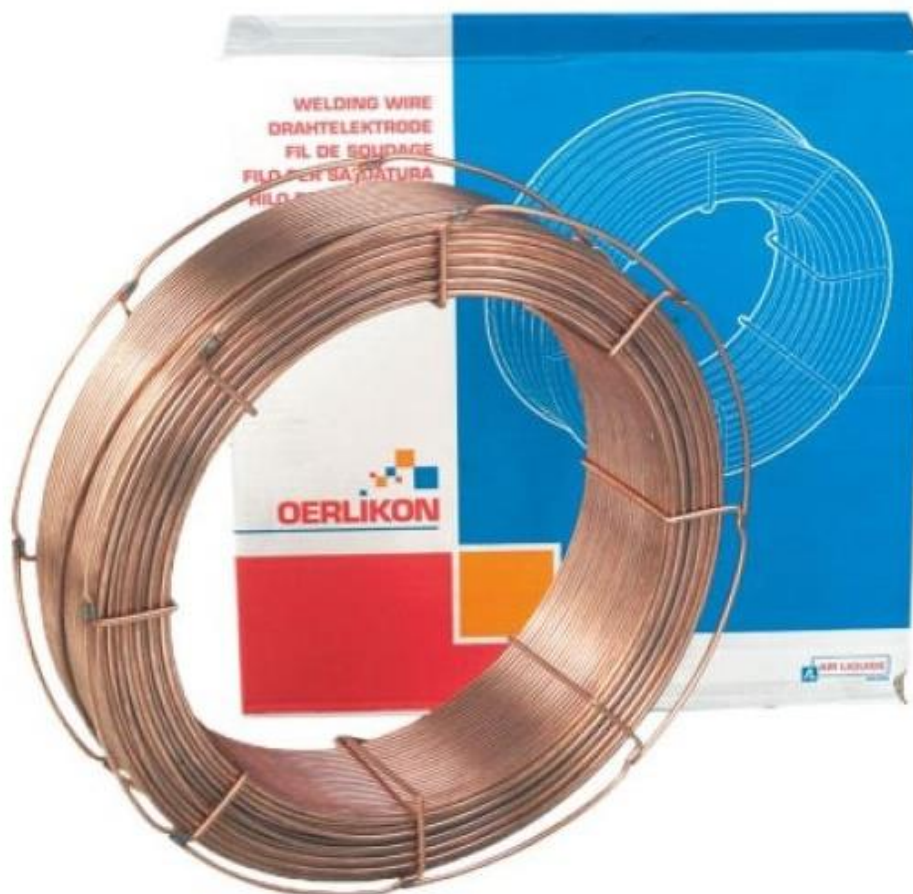


Fig.3.2. *Sârmă pentru recondiționarea rozelor prin sudare sub strat de flux*

- Compoziția chimică a fluxului de sudare OP 190

Tab.3.3. *Compoziție chimică flux OP190*

Model	SiO ₂ [%]	CaO + CaF ₂ + MgO [%]	MnO + FeO [%]	Al ₂ O ₃ + TiO ₂ + ZrO ₂ [%]
OP190	20	39	9	30

Compoziția chimică a materialului de adaos

Tab.3.4. *Compoziție chimică material depus*

Nr. cod șarjă	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Ni%	Mo%	Ti%	Cu%	Al%
88252	0,45	0,35	0,64	0,01	0,001	0,10	0,11	0,06	0	0,08	0,036

3.1.3. Încărcarea prin sudare prin procedeul de sudare sub strat de flux

Recondiționarea rolor prin sudare se execută pe standuri specializate (Fig.3.4.)



Fig.3.5. *Rolă așezată pe stand în vederea recondiționării*

Parametrii tehnologici necesari a fi calculați sunt:

- curentul de sudare
- tensiunea arcului
- viteza de sudare
- viteza de avans a sârmei electrod
- lungimea liberă a sârmei

- energia liniară

Datorită formei suprafețelor de recondiționat cordoanele de sudură se vor depune în rânduri paralele unul lângă altul.

Alegere parametrilor:

- **Diametrul sârmei** - pentru încărcare se alege diametrul $d_s = 3,2 \text{ mm}$.
- **Curentul de sudare** - valoarea curentului de sudare se alege în funcție de diametrul sârmei, pe baza relațiilor stabilite sau din tabele tehnologice.
 - din tabele tehnologice pentru $d_s = 3,2 \text{ mm}$, $I_s = 450 - 500 \text{ A}$
ținând cont de recomandările producătorului se alege $I_s = 450 \text{ A}$.

Se utilizează curent continuu cu polaritate directă la sârmă.

- **Tensiunea arcului** – depinde de curentul de sudare, diametrul sârmei și varianta de sudare.
- din corelații statistice

$$U_a = 14 + 0,05 I_s$$

I_s -curentul de sudare

$$U_a = 14 + 0,005 \cdot 450 = 36,5 \text{ V}$$

- **Viteza de sudare** – depinde de diametrul sârmei electrod.
- din tabelele tehnologice se alege:

$$V_s = 30 \text{ cm/min}$$

- **Viteza de avans a sârmei electrod** – depinde de curentul de sudare și diametrul sârmei

$$V_s = 2 \text{ m/min}$$

- **Lungimea capătului liber** – se alege în funcție de diametrul sârmei și curentul de sudare:

$$L_1 = 45 \text{ mm}$$

- **Energia liniară**

$$E_l = \frac{V_a \cdot I_s}{V_s} \cdot 60 \text{ J/cm}$$

$$E_l = \frac{450 \cdot 30}{30} \cdot 60 = 27000 \text{ J/cm}$$

➤ Modul operator

Încărcarea prin sudarea sub strat de flux se desfășoară în exclusivitate mecanizat. Operația de încărcare se execută pe suprafețele polizate. Recondiționarea prin sudare este operație continuă, iar ordinea operațiilor este:

- rola se fixează pe standul de sudare

- se începe operația de încărcare cu suduri în rânduri paralele, unul după altul
- operația de sudare se va executa succesiv pe sectoare de cca. 100 mm
- fiecare cordon este curățat de zgură până la luciu metalic, cu perie de sârmă
- straturile de umplere se depun cu arc lung
- în timpul sudării temperatura între treceri nu va depăși 250 °C (recomandarea producătorului sârmei)
- suprafețele recondiționate vor prezenta un surplus de material de circa 1,5 – 2 mm pentru polizare
- după terminarea operațiunii de recondiționare și răcirea lentă, se execută operația de polizare a acesteia
- după terminarea operației de polizare lucrarea se controlează vizual. Pe suprafețele polizate nu se admit denivelări.
- calitatea lucrării se stabilește prin examinare control NDT



Fig.3.6. *Recondiționarea prin sudare sub strat de flux a rolor*

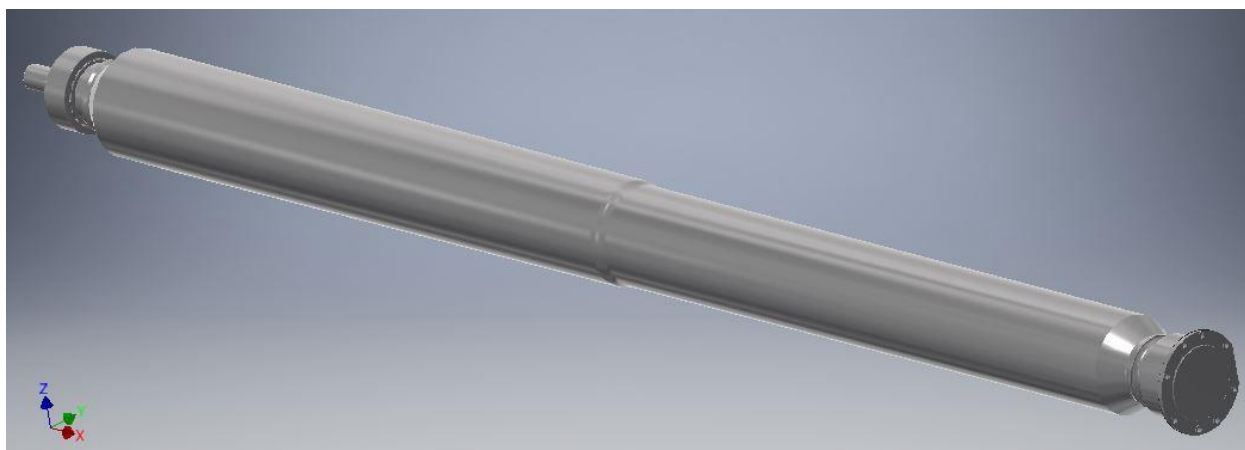


Fig.3.7. *Rolă echipată 3D*

CERTIFICAT DE MĂSURĂTORI MEASURING CERTIFICATE				Nr./No: 182 FM Nr. Comanda : 202034			
PRODUSUL/PRODUCT: ROLA ECHIPATA				Data / Date: 12.04.2020			
NR. DESEN/DRAWING NO. 0.36.104.095-1M				Pag. din/Page of 1 / 1			
Subansamblu/REPER - ROLA RECONDITIONATA (denumire, desen nr.): 0.36.104.041-2M				Material/ Material: Certificat furnizor/ Supplier certificate:			
Nr. crt.	Cerințe dimensiuni și toleranțe (Required dimensions and variation) SR EN ISO 13920 CL.B		Inregistrări (valori măsurate) Records (actual values checking results)				Obser. Remark
Identif. no.	Valoare document. (Rated values)	Toleranțe Tolerances	1				
W1	Ø255	+0.05/0.03	Ø255.04				
W2	Ø125	+0.05/0.03	Ø125.04				
W3	Ø230	0/-0.072	Ø229.94				
W4	Ø260	+0.066/0.034	Ø260.05				
W5	Ø300	-0.081	Ø299.96				
W6	Ø300	-0.081	Ø299.95				
W7	Ø260	+0.066/0.034	Ø260.05				
W8	114	-0.200	113.9				
W9	32	-0.026/-0.088	31.95				
W10	188	+0.030/-0.030	188				
W11	7550	±4	7548				
W12	Ø530	±0.8	Ø529.7				
W13	Ø485	±0.8	Ø484.5				

Fig.3.8. Certificat de măsurători

Capitolul 4. Controlul de calitate al produselor recondiționate

La realizarea îmbinărilor sudate, controlul calității acestora reprezintă una din fazele esențiale ale procesului tehnologic de fabricație sau remediere.

Asigurarea calității produselor este riguros condiționată de aplicarea unor metode și tehnologii moderne de control și testare pe toată durata execuției produsului.

4.1. Defectele posibile suduri

După localizare, defectele îmbinării sudate se clasifică în:

- defecte interne
- defecte de suprafață și de formă

Defectele interne sunt cele cuprinse integral sau parțial pe secțiunea îmbinării sudate. În funcție de formă ele pot fi grupate în :

- defecte volumice
- defecte plane

Dintre defectele interne volumice ce pot apare în cursul procesului de solidificare a sudurii amintim:

- incluziuni de zgură sau metalice
- incluziuni de gaze(pori, sufluri)

Incluziuni de zgură sau metalice reprezintă corpuri străine încorporate în masa metalului depus sub formă micro sau microscopică.

Există mai multe tipuri de asemenea incluziuni și anume:

- incluziuni de zgură
- incluziuni de flux
- incluziuni de oxid
- pelicule de oxid
- particule de metal străin(W, CV, etc.).

Cauzele apariției incluziunilor solide sunt următoarele

- forma necorespunzătoare a rostului
- mânuirea incorectă a electrodului
- curățirea incorectă a muchiilor rostului
- curățirea necorespunzătoare a zgurii între două treceri
- utilizarea unui regim de sudare necorespunzător, care provoacă formarea unei băi de metal topit de dimensiuni prea mari
- electrod necorespunzător, zgura are densitate mare și nu are tendința de ridicare la suprafață
- așezarea incorectă a straturilor și a rândurilor de sudură

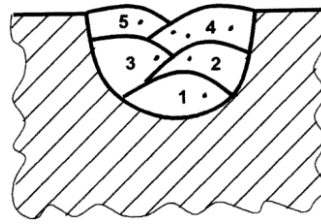


Fig.4.1. Incluziuni solide

Porii apar în îmbinare prin degajare de gaze (N_2 , O_2 , H_2) în timpul procesului de răcire datorită scăderii solubilității acestor elemente în masă metalică și prinderea lor în metalul depus.

Principalele tipuri de incluziuni de gaze sunt:

- pori de formă sferoidală
- pori de formă alungită
- pori de formă tubulară
- pori de suprafață

Cauzele care conduc la apariția porilor în cusăturile sudate sunt:

- umiditatea mare a materialului de adaos
- umiditatea mare a elementelor care se sudează în zona rostului și în zonele adiacente
- excesul de sulf din materialul de adaos sau din materialul de bază
- strat depus de grosime prea mare
- temperatura scăzută a aerului
- lipsa unor elemente dezoxidante din baia metalică
- impuritățile conținute în gazul de protecție
- utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare (arc lung, viteză mare de sudare, sau baia de metal topit are un volum prea mare).

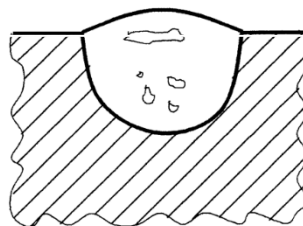


Fig.4.2. Incluziuni de gaze

Defectele interne plane sunt generate de cauze multiple, condiționate de procedeul de sudare. În cazul recondiționării prin încărcare pot apare următoarele tipuri de defecte plane;

- fisuri
- lipsă de pătrundere
- lipsă de topire laterală sau între straturi

Fisura este considerată cel mai grav defect al îmbinărilor sudate. Ea se poate produce fie în timpul sudării (fisură la cald) , fie după răcirea îmbinării sudate (fisură la rece) datorită pierderii locale a plasticității ca urmare a fragilizării materialului, fie în cursul răcirii sau a tratamentului termic.

Fisurile pot fi:

- longitudinale
- transversale
- stelate
- de crater
- în rețea
- ramificate.

Cauzele apariției acestor defecte sunt:

- materiale de bază care au o comportare nesatisfăcătoare la sudare sau care au defecte de fabricație
- alegerea greșită a materialelor de adaos
- conținutul mare de sulf sau fosfor în baia de metal
- sudarea la temperaturi scăzute a materialelor de bază susceptibile la fisurare;
- alegerea necorespunzătoare a regimului de sudare
- formarea unor tensiuni remanente mari datorită tehnologiei necorespunzătoare
- aplicarea unui tratament termic necorespunzător.

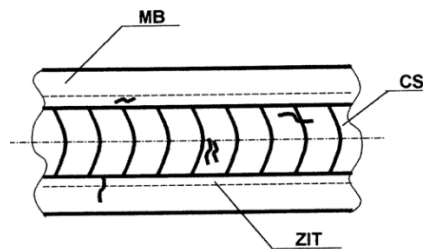


Fig.4.3. Tipuri de fisuri

Lipsa de topire semnifică lipsa de legătură între metalul de bază, sau dintre straturile succesive ale cusăturilor. Cauzele apariției lipsei de topire sunt:

- curent de sudare prea mic;
- viteza de sudare prea mare;
- curățirea insuficientă a suprafeței ce urmează a se încălcare.

Defectele de formă și suprafață sunt:

- creștătură marginală;
- suprafață neregulată;
- stropi.

Aceste defecte se pot evidenția atât prin control vizual cât și prin control radiografic.

4.2. Metode de control nedestructiv

Scopul controlului nedestructiv este acela de a identifica rapid defectele, de a le determina natura, orientarea, poziția și cauzele apariției lor și de a emite decizii de acceptare remediere sau refuzare a piesei în concordanță cu criteriile de admisibilitate prescrise.

Utilizarea tot mai frecventă și pe o scară cât mai largă a controlului nedistructiv are ca principal argument eficiența economică ce rezultă din următoarele:

- reducerea cheltuielilor materiale și a timpului de control
- micșorarea numărului de rebuturi
- mărirea productivității muncii

Eficiența controlului nedistructiv este influențată în mare măsură de volumul producției, respectiv forma și accesibilitatea produsului.

Principalele metode de control nedistructiv aplicabile în cazul recondiționării roților sunt:

- control vizual
- controlul cu lichide penetrante
- control cu ultrasunete

4.2.1. Control vizual

Înainte de aplicarea oricărei metode de control nedistructiv, este importantă și obligatorie examinarea vizuală. Procedura este simplă, dar indispensabilă: examinarea vizuală presupune respectarea condițiilor de claritate satisfăcătoare a suprafețelor materialelor, echipamentelor și sudurilor luând în considerare caracteristicile și proprietățile acestora.

Operatorii din cadrul laboratorului sunt autorizați și certificați conform normelor EN și ASME. Procedurile implementate sunt avizate conform cerințelor normelor EN și ASME.

Defectele evidențiate pe suprafața depunerii în urma controlului vizual se grupează în următoarele:

- defecte neadmise
- defecte admise condiționat

Dintre defectele neadmise fac parte fisurile, suprafețele cu pori grupați, scurgeri de material topit și defecte de racordare.

Defectele admise condiționat au la bază criteriul claselor de execuție, respectiv al claselor de calitate, și anume:

- suflurile se admit în general dacă sunt izolate și nu depășesc 2...3 mm și ca extindere 2% din suprafața îmbinării pe orice lungime de 150 mm;
- stropii de material nu se admit decât dacă sunt izolați;
- creștătura marginală sau între rânduri nu se admite în prima clasă de calitate.

Controlul vizual trebuie să asigure și controlul suprafețelor înainte de încărcare, pentru a detecta eventualele defecte ale piesei.

4.2.2. Control cu lichide penetrante

Controlul cu lichide penetrante pune în evidență orice defect deschis de suprafață. Metoda este productivă, ieftină, și ușor de folosit. Controlul cu lichide penetrante constă în aplicarea pe suprafața de controlat a unui lichid cu bune însușiri de penetrare (viscozitate și tensiuni superficiale scăzute) în discontinuitățile superficiale și evidențierea acestora prin contrast după aplicarea unui dezvoltant.

Relevante pentru controlul cu lichide penetrante sunt fisurile de suprafață, greu de detectat la controlul vizual.

Etapele controlului cu lichide penetrante sunt:

- pregătirea suprafeței
- aplicarea penetrantului
- îndepărtarea excesului de penetrant
- aplicarea revelatorului
- examinarea suprafeței cu o lampă de lumină prevăzută cu lupă de examinare și interpretarea rezultatelor.

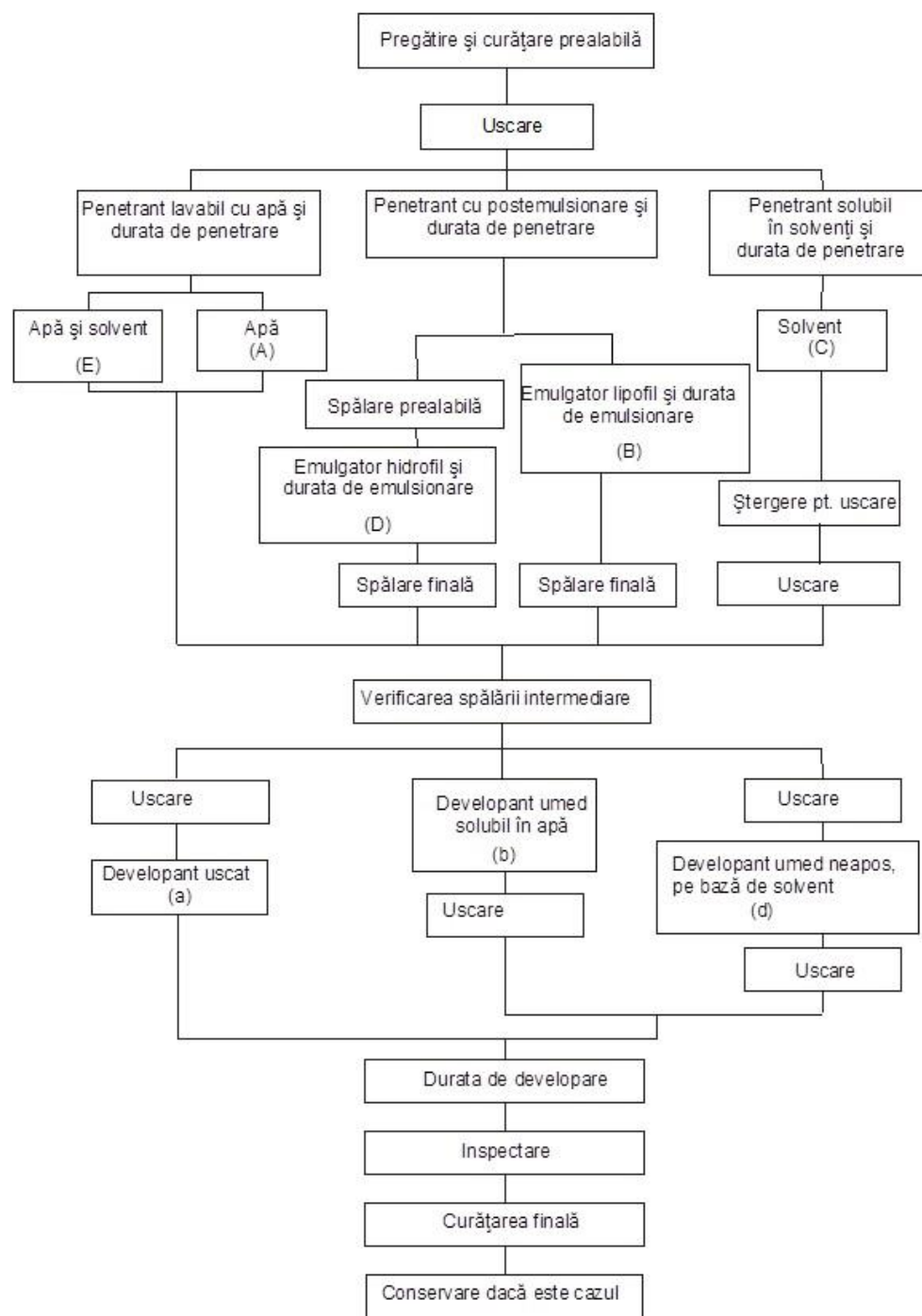


Fig.4.4. Etape Control cu lichide penetrante

În vederea controlului cu lichide penetrante suprafața depunerii trebuie să fie uscată, curățată de oxizi, grăsimi și alte impurități ce ar putea determina indicații false. Curățirea se face prin spălarea cu jet de apă pentru îndepărtarea impurităților mecanice și spălarea cu soluții pentru îndepărtarea impurităților organice.

Penetrantul se va aplica prin pulverizare, temperatura suprafeței depunerii trebuie menținută la cca. 5 ... 15 °C, iar timpul de penetrare este de circa 10...20 minute, în funcție de penetrantul utilizat. După expirarea timpului de penetrare se face îndepărtarea excesului de penetrant cu apă sau solvent organic, apoi se usucă din nou suprafața.

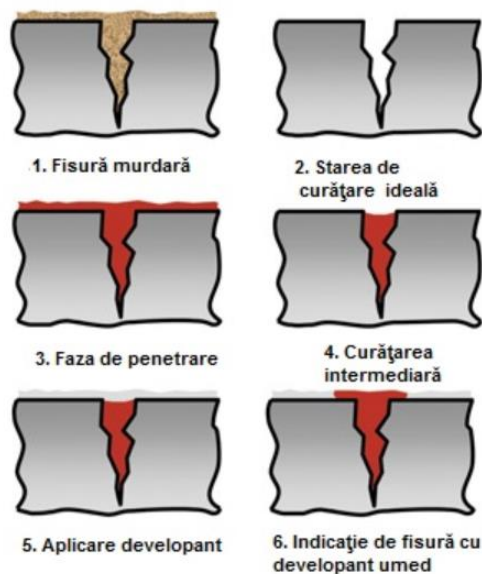


Fig.4.5. Control cu lichide penetrante

Developantul se aplică tot prin pulverizare, într-un strat cât mai fin și uniform și se lasă cca. 5 minute. După developare se examinează suprafața, marcându-se locurile cu defecte de suprafață (Fig.4.6.)



Fig.4.6. Control cu lichide penetrante rola recondiționată

La controlul cu lichide penetrante se va utiliza solventul KD-Check PR-2, penetrantul colorat solubil în apă KD-Check RDP1 roșu, și developantul KD-Check SD-1, toate aceste produse fiind de la SOLUȚII CND SRL.



Fig.4.7. Lichide penetrante KD-Check

[illegible]

Fig.4.8. Raport de verificare NDT lichide penetrante

4.2.3. Control cu ultrasunete

Controlul cu ultrasunete se pretează cel mai bine la controlul suprafețelor placate. Defectele care se produc la încărcarea prin sudare se situează în zona de fuziune dintre stratul depus și materialul de bază. Undele ultrasonice se propagă în cele două materiale și se reflectă fie de pe suprafața posterioară a piesei fie de pe suprafața defectului, semnalându-i prezența pe ecranul tubului catodic al aparatului.

Controlul cu ultrasunete presupune parcurgerea următoarelor etape:

- reglarea bazei de timp sau a scalei distanțelor;
- reglarea sensibilității de lucru sau a amplificării;
- controlul propriu zis;
- interpretarea defectelor detectate.

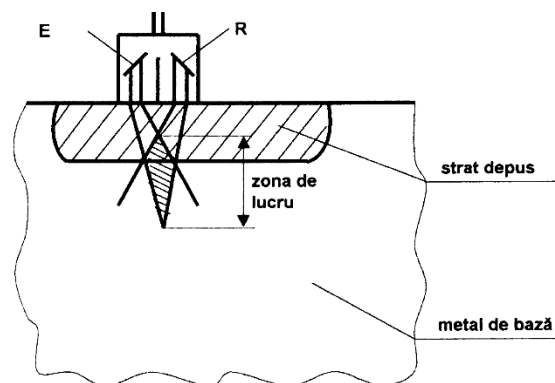


Fig.4.8. Schema control US



Fig.4.9. Control US rola recondiționată

REPORT FOR ULTRASONIC TESTING / RAPORT DE EXAMINARE CU ULTRASUNETE

No. / Nr. 9485 / 05.05.2020 (mm.dd.yyyy)

1. General Data / Informații generale

Customer / Client	WELDING PROD SA						
Part description/Reper	CEP ; DwG. 0.36.116.018						
Customer order Comanda client	453/01			Part # Cod reper	PF-F.RO-0133157	Rev.	00
Reference documents Documente de referinta	SR EN 10228-3:2016	Rev.		Material type Calitate material	C45		
		Rev.		Heat No. Sarja material	88252		
		Rev.		Heat Treatment Batch Lot TT	N/A		
Acceptance criteria Clasa de calitate	CLASA 2						
Internal Ref. No. Comanda Interna	0000073297			Serial# Serie produs	QTY. 2 ; 01-02		

2. Technical Data of Inspection and Calibration / Date tehnice privind inspectia si calibrarea

Equipment Echipament	GE Krautkramer	Transducer type Tip palpator	B2S SN : 57745-59327 GE-Krautkramer		
Type / Tip	USM 36 SN: 15117595, Cert.Cal.No.:7-839/2017 ,Next Cal.:12/2018	Transducer size Diametru cristal	ø 24 mm		
Part temperature Temperatura piesei	20°	Transducer frequency Frecventa palpator	2 MHz		
Calibration Calibrare	A1 ; A2 ; ON PART /PIESA	Transducer angle Unghi palpator	0		
	DGS on 3.2 mm FBH	Gain / Amplificare	55 ; 57 dB+6dB		
		Range / Domeniu	0 700 ; 0-1000 mm		
		Coupling medium Agent de cuplare	/ CELULOSE GEL / GEL CELULOZIC PE BAZA DE APA		
Mode of transmission Mod de transmisie	/ LONGITUDINAL WAVES / UNDE LONGITUDINALE		Surface condition Starea suprafeței	WROUGHT / BRUT FORJATA	

3. Examination Areas / Zonele examinate

ACCORDING CLIENT REQUIREMENTS AND STANDARD SPECIFICATIONS, EXAMINATION VOLUME 100%
 / IN CONFORMITATE CU CERINȚELE CLIENTULUI SI SPECIFICAȚIILE NORMEI DE CONTROL, VOL.100%

4. Examination Results / Rezultatele examinării

Accepted / Admis	/ FULL ACCEPTABLE / NO RELEVANT INDICATIONS FOUND DURING THE TIME OF INSPECTION / ADMIS IN TOTALITATE / FARA INDICAȚII RELEVANTE DETECTATE IN TIMPUL INSPECTIEI				
------------------	--	--	--	--	--

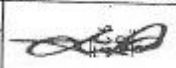
NDE Technician / Operator CND	Name / Nume	Signature / Semnatura	Date (mm.dd.yyyy)
	Petrus-Alin BURTANETE LEVEL 2 EN ISO 9712 / Cert.No. 0663-UF2 / VALID UNTIL: 29.11.2019		05.05.2020

Fig.4.10. Raport US rola recondiționată

CERTIFICAT DE INSPECTIE
INSPECTION CERTIFICATE
3.1-EN 10204

Nr. - No.: 29.215 F Data - Date: 05.05.2020

Client: WELDING CONSULTING PROD SRL		
Produs/Part: PF-F.RO-0133157 CEP	Desen/Drawing No.: 0.36.116.018	Buc./Pcs.: 2
Dimensiuni/Size: CONF. DESEN PF-0.36.116.018-F.RO		Specificatie Nr./Specification No.: EN-10250-2
Nr. Comanda/ Order No.: 453	Nr. Seri/Serial No.: 01-02	Grad de deformare /Hot work ratio: 5.50:1
Duritate/Hardness: HBW		
Impus/Imposed: -		
Masurat/Measured: 197		

COMPOZITIA CHIMICA - CHEMICAL COMPOSITION

Buletin Analiza Chimica/Chemical Analysis:

MATERIAL: C45E

Sarja Nr./HeatNo.	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Al	T
Impus/Imposed	0.4200 0.5000	0.5000 0.8000	0.0000 0.4000	0.0350 0.0350	0.0350 0.0350	0.0000 0.4000	0.0000 0.1000	0.0000 0.0000	0.0000 0.4000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.1
88252	0.4500	0.6400	0.3503	0.0100	0.0010	0.1000	0.0800	0.0220	0.1100	0.0800	0.0360	0.1
Symbol Formula	W		Co		Sn		H(ppm)					
	0,01		0,01		0,01		0,80		0,00			

Observatii: Toate rezultatele privind compozitia chimica sunt acceptate conform cerintelor / specificatiilor
 Comments: All chemical composition results are accepted according to the requirements / specifications

Control dimensional - Dimensional inspection: ADMIS / ACCEPTED

Control vizual- Visual inspection: ADMIS / ACCEPTED

Control US- US examination: ADMIS / ACCEPTED

Practica de topire: EFVD

Alte incercari - Other tests:

Tratament Termic - Heat treatment: NORMALIZARE(890°-140min-air)

Declaratie de conformitate (EN 45014): Declaram ca materialele sunt in conformitate cu cerintele / specificatiile
 Declaration of conformity (EN 45014): We certify that materials comply with referenced / specifications

Control Calitate: Nume/semnatura/data/stampila

Quality Control: Name/signature/date/stamp

Director de calitate - Quality Manager

05.05.2020

Fig.4.11. Rezultate control NDT rolă recondiționată

Capitolul 5. Protecția muncii în domeniul sudării

Întreprinderile au obligația de a instrui personalul cu privire la securitatea și sănătatea în muncă. În domeniul sudării sunt reglementate norme specifice care conțin prevederi specifice în vederea prevenirii accidentelor. Conform acestor norme:

- Sudorii și ajutoarele de sudori sunt obligați să utilizeze echipamentul individual de protecție adecvat conform "Normativul cadru de acordare a echipamentului de protecție". (Fig.5.1.)



Fig.5.1. *Echipament individual de protecție pentru sudor*

- Lucrările de sudare se execută numai cu aprobarea conducătorului procesului de producție, după cunoașterea documentației tehnice în legătura cu respectivele lucrări și după efectuarea instructajului cu privire la modul de exploatare a echipamentului și cu privire la securitatea muncii

- Înainte de începerea lucrului, persoana însărcinată cu supravegherea operațiilor va verifica dacă au fost luate toate măsurile de securitate necesare pentru prevenirea accidentelor și îmbolnăvirilor
- Înainte de începerea lucrului se va degaja zona de lucru asigurându-se accesul la piesa ce se sudează cât și iluminarea corespunzătoare a ambelor fețe ale piesei
- Accesul personalului străin la aparatajul instalației, precum și în zona de lucru este interzis
- Înainte de începerea lucrului se va verifica cu atenție, întreaga instalație, și în mod special patinele de racire, pentru ca orice fisură, perforare sau deteriorare, în cazul contactului direct dintre apă și baia de metal topit, poate duce la explozie
- Se va asigura o bună etanșeitate a suprafeței de sudat cu fața patinelor, a suporturilor și a altor dispozitive
- Se va verifica cu atenție modul de montare a patinelor de răcire, poziția și presarea lor corectă, în vederea evitării scurgerilor de metal și zgură în zona de lucru
- În timpul lucrului sudorul va urmări cu atenție menținerea constantă a parametrilor regimului de lucru, pentru deplasarea ușoară a patinelor în timpul ridicării se va face ciocănirea lor ușoară, precum și desprinderea stratului de zgură.
- Amorsarea arcului electric, fără acoperirea creuzetului cu un strat de circa 60 mm de flux, nu este admisă din cauza radiațiilor puternice ale arcului electric neacoperit. La amorsarea arcului electric, se vor avertiza persoanele din jur deoarece lumina orbitoare și stropii de metal topit pot produce accidente grave.
- Admisia fluxului pentru formarea băii de zgură topită, se face cu atenție până la nivelul corespunzător. Se va urmări în permanență asigurarea stratului necesar de zgură, la suprafața băii de metal topit. Se vor utiliza numai fluxuri calcinate corespunzător;
- La observarea apariției scânteilor, în câmpul lucrului sau când baia este agitată se va verifica imediat admisia fluxului în baie
- Fluxul va fi manipulat cu atenție pentru a preveni formarea prafului de flux în atmosfera înconjurătoare. La manipularea fluxului, sudorul va purta mănuși și o lopățică. Nu se permite manipularea fluxului cu mâna neprotejată.
- Nu se admite exploatarea instalațiilor care nu sunt prevăzute cu comenzi asigurate pentru avansul sârmei de sudare, avansul longitudinal, vertical, transversal și admisia fluxului în baia de sudare. Se va asigura accesul fără pericol, la piesa și la instalație.
- Conectarea, deconectarea și repararea instalației electrice pentru sudare se va face numai de către personal calificat și autorizat. Se interzice executarea acestor lucrări de către sudor.

Concluzii

1. Pentru diminuarea cheltuielilor într-o întreprindere, în urma unei analize tehnico-economice se poate lua decizia de recondiționare a pieselor uzate.
2. În cazul pieselor care suferă uzuri de suprafață datorită solicitărilor mecanice repetate se alege recondiționarea prin încărcare prin sudare electrică.
3. Sudarea sub strat de flux are productivitate mai mare față de sudarea manuală cu electrozi înveliți.
4. În funcție de materialul de bază și procedeul de sudare, se aleg materialele de adaos.
5. Pentru recondiționarea la încărcare prin sudură a pieselor, controlul NDT constă în: controlul vizual, controlul cu lichide penetrante și controlul US a sudurilor.
6. Securitatea și sănătatea în muncă este primordială înainte de începerea oricărei activități de sudare.

Bibliografie

1. Ion Mitelea, Bogdan Radu – Materiale și tratamente termice pentru structurile sudate
2. Anțilă Valeriu, Miloș Livius, Băla Alina – Bazele proceselor de sudare, Lito 1995
3. Voicu Ioan Safta – Controlul îmbinărilor și produselor sudate, Lito UTT 1995
4. www.wikipedia.org
5. www.airliquide.com
6. www.oerlikon.com
7. www.solutiicnd.ro
8. www.saf-fro.com
9. www.ductil.ro
10. www.libertygalati.ro