

FABRICAȚIA BENZILOR SUBȚIRI DIN ALIAJE FIER-NICHEL CU CARACTERISTICI SUPERIOARE

*M. Bordei, M. Gaita, N. Hauk
Universitatea „Dunărea de Jos” Galați, România*

INTRODUCERE

În domeniul construcției de apratură și echipamente, asigurarea unor performanțe tehnice și a unei fiabilități sporite în exploatare constituie o preocupare permanentă pe plan mondial. Creșterea exigenței utilizatorilor din domeniu a condus la realizarea unor materiale cu caracteristici ridicate, printre care se numără și aliajele fier-nichel, cu conținut ridicat de nichel.

Modificând conținutul de nichel al aliajelor fier-carbon, se pot obține aliaje cu coeficient de dilatare identic cu al anumitor materiale: porțelan, platină, sticlă, ceea ce permite sudarea de acestea. De asemenea, nichelul determină și creșterea semnificativă a permeabilității magnetice a fierului.

1. ALIAJE FIER-NICHEL

Nichelul este un element gamagen. Transformarea $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ a aliajelor fier-nichel, în condiții de echilibru decurge extrem de lent, timpul necesar pentru producerea ei fiind de ordinul a doi ani. O astfel de transformare are loc numai la menținerea izotermă timp îndelungat. Datorită acestui fapt temperatura la care începe, respectiv se termină, transformarea $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ în aliajele fier-nichel, în condiții de echilibru, nu este determinată cu precizie decât până la 773 K (500°C); la această temperatură solubilitatea maximă a nichelului în fierul α este de aproximativ 7 %, iar solubilitatea maximă a nichelului în fierul γ de 32 %.

Mai mult decât atât, ca urmare a vitezei foarte mici cu care se desfășoară, transformarea $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ se caracterizează printr-un puternic histerezis termic, domeniul de transformare corespunzător punctului A_{r3} fiind deplasat spre temperaturi joase, iar domeniul de transformare corespunzător punctului A_{c3} , spre temperaturi înalte. Acest histerezis este ireductibil, diferența dintre A_{r3} și A_{c3} neputând fi anulată oricât de mică ar fi viteza de încălzire sau de răcire. Modificând conținutul în nichel al aliajelor fier-carbon se pot obține oțeluri cu coeficientul de dilatare al anumitor materiale, astfel încât acestea pot fi sudate cu materialele

respective: aliajele cu 40 % Ni au același coeficient de dilatare cu porțelanul, aliajele cu 0,2 % C și 46 % Ni au același coeficient de dilatare cu platina și sticla.

O influență deosebit de puternică exercită nichelul asupra proprietăților magnetice ale fierului. Permeabilitatea magnetică inițială μ_a crește puternic la 78,5 % Ni, aliajele din această clasă, cunoscute sub numele de permalloy fiind larg utilizate ca materiale magnetice moi.

Dizolvându-se în fier, nichelul mărește rezistivitatea electrică a aliajelor ireversibile la trecerea în domeniul aliajelor reversibile, rezistivitatea micșorându-se treptat; conductivitatea electrică minimă corespunde la 30 % Ni. Aliajele nichel-fier cu conținut ridicat în nichel posedă proprietăți magnetice, termice sau elastice deosebite.

2. EXPERIMENTĂRI INDUSTRIALE

2.1. Baza experimentală. Metode de analiză și aparatura de investigare

Cercetările experimentale au fost realizate pe un minilaminor de benzi la rece.

Din probele prelevate din banda laminată la cald și la rece s-au prelucrat epruvetele pentru determinarea caracteristicilor mecanice și slifurile metalografice pentru analiza microstructurii. Valorile caracteristicilor mecanice prezentate în tabelele după efectuarea încercărilor mecanice reprezintă media a trei încercări pentru fiecare rolou.

Analiza microstructurală s-a efectuat la microscopul optic OLYMPUS (Japonia) prin captarea imaginii cu ajutorul unei camere video tip HITACHI, imaginile fiind preluate într-un calculator PENTIUM și prelucrate cu un program specializat – IMAGE PRO PLUS – de analiză automată a imaginilor.

Pentru atacul chimic al probelor s-a utilizat acid cromic (10 g) în 100 ml apă distilată. Condițiile de atac chimic au fost:

- atac electrolic 25 s;
- tensiunea sursei electrice 1,5 V;
- distanța dintre electrozi 20 mm.

Pe toate probele au fost investigate mai multe câmpuri, iar înregistrările s-au efectuat pe cele mai caracteristice zone.

2.2. Aliaje utilizate la fabricația benzilor la rece subțiri înguste

În vederea efectuării experimentelor proprii din cadrul cercetării au fost folosite benzi laminate la cald din aliaje fier-nichel. Ca material experimental s-a utilizat aliajul fier-nichel cu 41 % nichel. Aliajul fier-nichel cu un conținut de nichel de cca.41 % este un aliaj cu o structură austenitică, feromagnetic, cu un coeficient de dilatare cuprins între 2 și $20 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ la temperatura camerei.

Pe eșantioane de aliaj fier-nichel prelevate din banda laminată la cald s-a determinat compoziția chimică prezentată și caracteristicile

mecanice.

2.3. Caracteristicile benzii laminate la cald

Pe lungimea și lățimea rulourilor laminate la cald s-au efectuat măsurători de grosime înainte de laminarea la rece. Pe lățimea benzii laminate la cald există diferențe de grosime, cuprinse între $0,12$ mm și $0,16$ mm față de grosimea nominală.

Diferențele mari de grosime pe lungime, dar mai ales pe lățime, determină la laminarea la rece ondularea benzilor. Aceste neuniformități ale grosimii benzii laminate la cald, prin laminare la rece se diminuează.

Analiza metalografică efectuată pe banda laminată la cald tratată termic scoate în evidență o structură austenitică cu grăunți foarte dezvoltati (fig.1).



Figura 1. Bandă laminată la cald tratată termic – ruloul 4: -grosime: 2,60 mm; -mărire 1:100.

2.4. Aspectul suprafeței

Pe suprafață, banda la cald prezintă oxid imprimat, care după decaparea cu acid sulfuric a fost îndepărtat în totalitate.

2.5. Experimentări realizate

Experimentările proprii au urmărit stabilirea unei tehnologii optime de laminare la rece a benzilor laminate la cald din aliaje fier-nichel, în

scopul obținerii unor benzi laminate la rece cu caracteristici mecanice și tehnologice superioare, profil al benzii conform standardelor în vigoare (STAS 908-80) și o caracterizare a produsului finit obținut.

Rulourile de bandă laminată la cald au fost supuse operației de decapare cu soluție de acid sulfuric. S-a verificat aspectul suprafeței înainte și după decapare. Oxidul imprimat la laminarea la cald a fost îndepărtat prin decapare. După decapare, rulourile au fost laminate în caja cuarto-reversibilă, utilizându-se schema de laminare din tabelul 1.

Tabelul 1. Schema de laminare

Nr. trecere	H	h	Dh/H [%]		T 1	T 2	V	P
	[mm]	[mm]	pe trecere	total	[N]	[N]	[m/s]	[KN]
1	2,60	1,76	34,3	34,3	6864	7845	0,41	666,8
2	1,76	1,37	22,1	48,8	7845	6864	0,41	490,3
3	1,37	1,20	12,4	55,2	6864	7845	0,41	441,3
4	1,20	1,10	8,3	58,9	7845	6864	0,41	294,2
Tratament termic de recoacere conform diagrama din figura 2.								
5	1,10	0,86	21,8	67,9	6864	7845	0,41	490,3
6	0,86	0,75	12,7	72,0	7845	6864	0,41	372,6
7	0,75	0,57	24,0	78,7	6864	7845	0,41	4 41,3
8	0,57	0,50	12,2	81,3	7845	6864	0,41	294,2
9	0,50	0,44	12,0	83,5	6864	7845	0,41	294,2
10	0,44	0,40	9,0	85,0	4903	4903	0,41	245,2
11	0,40	0,31	22,5	88,4	2941	2941	0,41	490,3
12	0,31	0,25	19,3	90,67	7632	6425	0,41	461,3

Din patru treceri s-a realizat din bandă laminată la cald cu dimensiunile 2,6 x 86 mm bandă cu dimensiunile de 1,1 x 86 mm. La această grosime a apărut tendința de rupere a benzii. S-a oprit laminarea pentru efectuarea unui tratament termic de recoacere de înmuiere.

Rulourile laminate la rece au fost supuse operației de tratament termic de recoacere în cuptorul clopot, în atmosferă controlată sub muflă de protecție, utilizându-se diagrama de tratament termic din figura 2.

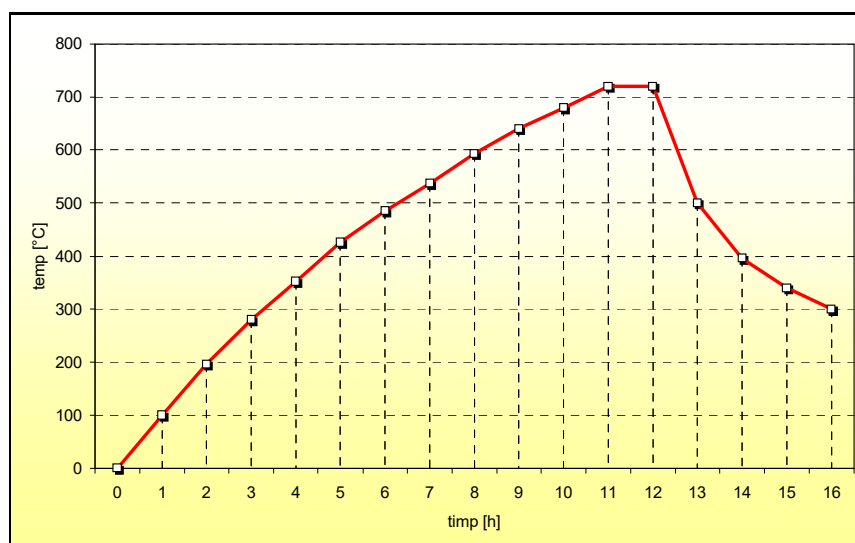


Figura 2. Diagrama de tratament termic de recoacere bandă laminată la rece: socul 1 - rului 1÷3.

Fabricația benzilor subțiri din aliaje fier-nichel cu caracteristici superioare

După laminare caracteristicile mecanice sunt prezentate în tabelul 2 cu evoluția din figura 3. S-a reluat laminarea la rece de la grosimea de 1,1 mm la grosimea de 0,25 mm utilizându-se schema de laminare din tabelul 1.

Din analiza metalografică a benzilor laminate la rece de 0,25 x 86 mm, a rezultat o structură austenitică puternic ecruisată (ex. fig.4).

Tabelul 2. Caracteristicile mecanice ale benzii laminate

Nr. rulo	Grosime [mm]	Banda laminată la rece				Banda laminată la rece recoaptă			
		Rm [N/mm ²]	Re [N/mm ²]	A80 [%]	HV10	Rm [N/mm ²]	Re [N/mm ²]	A80 [%]	HV10
1	1,10	767	732	3,5	189	520	326	20,9	133
2	1,10	773	738	3,2	178	506	345	21,2	123
3	1,10	769	735	3,3	181	510	390	21,0	128

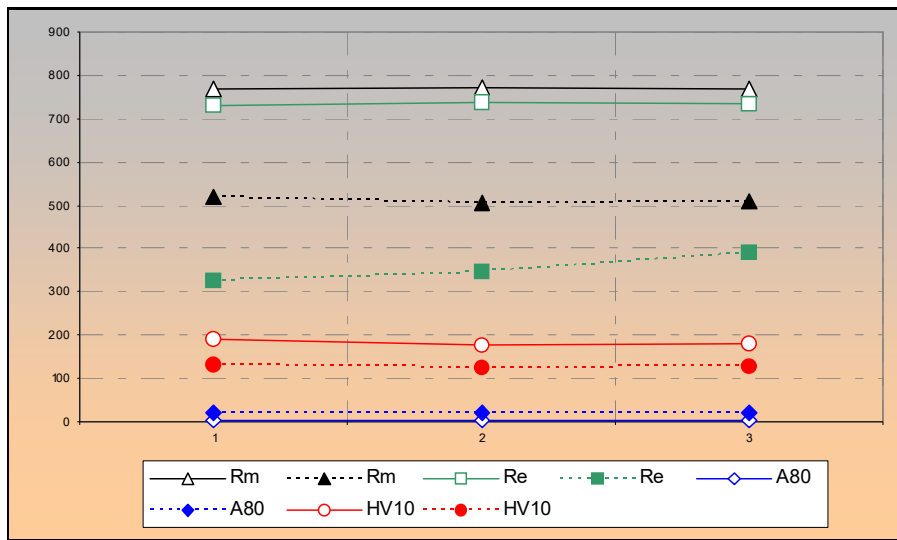


Figura 3. Evoluția caracteristicilor mecanice pe banda laminată la rece (linie continuă) și după tratamentul termic de recoacere (linie întreruptă) pentru grosimea de 1,1 mm.

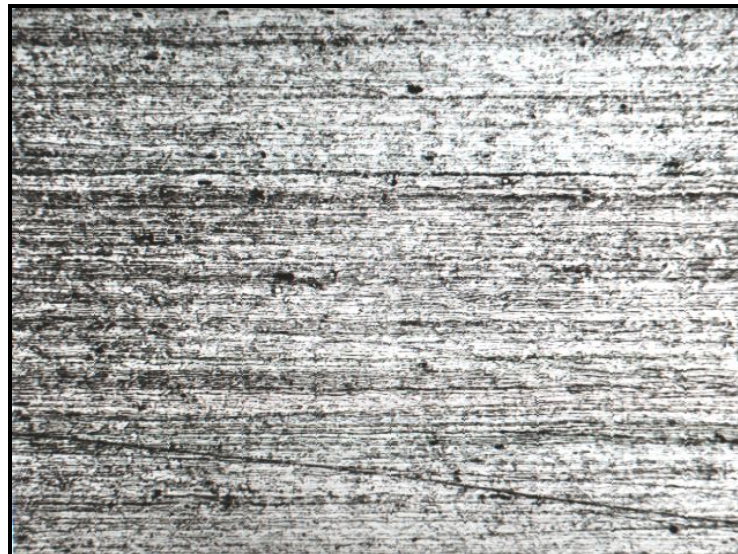


Figura 4. Bandă laminată la rece-ruloul 1: -capăt interior; -grosime: 1,1 mm; -mărire 1:100.

3. CONCLUZII

Creșterea exigenței utilizatorilor de aparatură și echipamente de măsură și control, extinderea automatizării în cele mai diverse domenii industriale, necesitatea de a opera cu toleranțe din ce în ce mai reduse în conducerea proceselor tehnologice moderne impune o precizie tot mai mare în măsurarea parametrilor.

Dezvoltarea, în domeniul aparaturii și echipamentelor de măsură, este indisolubil legată de cercetările și descoperirile din știința materialelor, în sensul obținerii unor noi materiale cu caracteristici superioare.

Nichelul are un rol important în aliajele fier-nichel, conducând la obținerea unui coeficient de dilatare liniară care, la un conținut de cca. 36%, atinge o valoare apropiată de zero.

În cadrul experimentărilor efectuate am urmărit obținerea de bandă subțire și îngustă, laminată la rece din aliaje fier-nichel cu 41% Ni, care să prezinte proprietăți fizice, mecanice și tehnologice corespunzătoare utilizării acestora la fabricația de instrumente de măsură și control, accentul punându-se pe următoarele caracteristici:

- materialul să aibă un coeficient de dilatare termică cât mai mic;
- variații minime ale grosimii benzii – atât transversal cât și longitudinal;
- suprafață corespunzătoare, fără microfisuri, imprimări, ș.a.;
- caracteristici mecanice corespunzătoare, în special, o duritate cât mai uniformă pe suprafața benzii.

Bibliografie

1. **Jung R.A., Mc Quillis G.E.** *Design and Construction of National Steel's No.2 Slab Caster at Granite City, Iron and Steel Engineer, 3/1992.*
3. **Mintikka S.** *Quality control of continuously cast slabs, Steel Technology International, England, 1994/1995.*
4. **Ferguson H.S.** *Physical modelling of continuous casting – Steel Technology, Anglia 1994-1995.*
5. **Bordov M.** *Elaborarea și introducerea sistemului unic al răcirii secundare mixte cu aer și apă a bramelor turnate continuu, Ciornaia Metallurgia, 10/1990.*