

**MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI
INSTITUTUL POLITEHNIC „ TRAIAN VULIA ” TIMISOARA
FACULTATEA DE MECANICA**

Ing. IONEL MANEA

**CERCETARI ASUPRA COMPORTARII FONTELOR
LA TEMPERATURI JOASE**

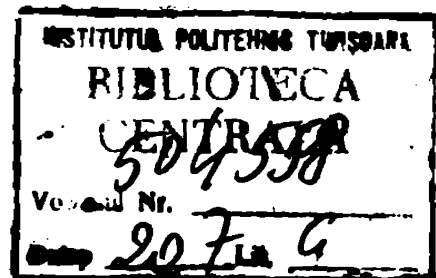
TEZA DE DOCTORAT

**BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA**

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC:

Prof. dr.ing. MARIN TRUSCULESCU

- 1 9 8 5 -



C U P R I N S

Capitolul 1.	Pag.
NECESITATEA FOLOSIRII FONTELOR ALIATE IN CONSTRUCTIILE CRIOGENICE	1
1.1. Domenii de utilizare.....	1
1.2. Alegerea materialelor criogenice.....	3
1.3. Scopul și obiectivele lucrării	7
Capitolul 2.	
ELABORAREA SI TURNAREA FONTELOR AUSTENITICE CU GRAFIT NODULAR ÎNALT ALIATE CU NICHEL.....	11
2.1. Studiul documentar al dezvoltării fgna.....	11
2.1.1. Influența elementelor de aliere asu- pra structurii fgna înalt aliate cu nichel	11
2.1.2. Influența elementelor de aliere asu- pra proprietăților și comportării fgna	13
2.1.3. Elaborarea fontelor austenitice cu grafit nodular înalt aliate cu nichel.....	17
2.2. Elaborarea unei compoziții de fgna pentru lucru la temperaturi criogenice.....	19
2.2.1. Structura MF-MI 23.4-Tm elaborate....	19
2.2.2. Proprietățile fizice ale fgna NiIn 23.4.....	21
2.2.3. Caracteristicile mecanice ale fgna NiIn 23.4.....	22
2.2.4. Proprietățile tehnologice ale fgna NiIn 23.4.....	27
2.3. Concluzii	30
Capitolul 3.	
PRELUCRAREA TERMICA A fgna NiIn 23.4: ELABORARE.....	31
3.1. Studiul documentar al tratărilor termice aplicate fgna înalt aliate cu nichel.....	31
3.1.1. Detensionarea	31
3.1.2. Recoacerea	30
3.1.3. Stabilizarea	32

3.1.4. Durificarea	32
3.2. Studiarea curbelor dilatometrice.....	33
• 3.3. Cercetarea modificărilor structurale la temperaturi ridicate a MP-MI 23.4-Tm elaborate.	36
3.4. Cercetări asupra tratamentelor aplicate MP-MI 23.4-Tm elaborate	49
3.4.1. Detensionarea și reconducerea aplicate fontei elaborate	49
3.4.2. Vibrodetensionarea probelor din fonta elaborată	53
3.5. Concluzii	55
Titolul 4	
COMPORTAREA METALURGICA LA SUDARE A FONTEI STUDIAȚE	
	57
4.1. Necesitatea cunoașterii comportării metalurgice la sudare a MP-MI 23.4-Tm elaborate....	57
4.2. Cercetări asupra comportării metalurgice la sudare prin simulare de cicluri termice..	57
4.2.1. Probe și regimuri folosite.....	59
4.2.2. Incercări de microdăritate pe probe simulate	60
4.2.3. Incercări de încovoiere prin șoc.....	67
4.2.4. Analize metalografice	73
4.2.5. Examinarea microcompoziției chimice a zonelor solicitate termic.....	77
4.3. Concluzii	82
Titolul 5	
CERCETARI ASUPRA ÎMBINĂRILOR SUDATE DIN MP-MI 23.4-Tm	
5.1. Tehnologii de sudare aplicate	84
5.1.1. Materiale de adăos folosite.....	84
5.1.2. Pregătirea materialului în vederea sudării	85
5.1.3. Parametrii tehnologici folosiți.....	86
5.2. Tratamentele termice și mecanice aplicate îmbinărilor sudate	87
5.2.1. Detensionarea prin vibrații a îmbinării realizate prin procedeul WIG.....	87
... / ...	

5.2.2. Tratamentele termice de recoacere a îmbinării realizate	86
5.3. Incercări asupra îmbinărilor sudate reali- zate	87
5.3.1. Incercări de microduritate	87
5.3.2. Incercări de încovoiere prin șoc	97
5.3.3. Analize metalografice	98
5.3.4. Examinarea microcompoziției chimice..	102
5.4. Concluzii.....	108

Capitolul 6

APLICAȚII ALE LE-MI 23.4-Tm ELABORATE	109
6.1. Domenii de folosire	109
6.2. Avantajele tehnico-economice ale folosirii LE-MI 23.4-Tm elaborate	110
6.3. Eficiența economică a folosirii LE-MI 23.4-Tm.	114

Capitolul 7

CONSIDERAȚII GENERALE ȘI PROBLEME DE VIITOR	117
7.1. Concluzii finale	118

BIBLIOGRAFIE

ANEXE

Capitolul 1.

NECESITATEA FOLOSIRII FONTELOR ALIATE ÎN CONSTRUCȚIILE CRIOGENICE.

1.1. Domenii de utilizare.

Revoluția tehnico-științifică mondială a marcat realizări deosebite în domeniul construcției și exploatării utilajelor și instalațiilor care funcționează la temperaturi joase, realizări importante de vertiginosă ascensiune a multor ramuri de activitate și activități: industria chimică, construcția de nave, aeronave și stații spațiale, fizica atomică și nucleară etc.

Actualmente, industria metalurgică și în special siderurgia etalează o gamă impresionantă de oțeluri, datorită tehnicilor moderne de obținere a acestora în convertizoare. Se estimează, că pentru obținerea unei tone de oțel calmat cu conținut redus de carbon și fosfor, într-un convertizor de 300 t. se folosesc 40 m³ de oxigen de înaltă puritate. Această dezvoltare a tehnicii și tehnologiei de elaborare a oțelului în convertizoare a impus crearea de uzine de oxigen de înaltă puritate (99,5 %) care au producții medii curente de 300...600 t/an [30] ; [34] .

Elaborarea oțelului în convertizor, îndepărtarea țărâșurii cu flacără în timpul laminării, îmbogățirea cu oxigen a aerului folosit la arderea combustibililor gazeți din cuptor pentru ridicarea temperaturii flăcării, tăierea cu oxigen a lingourilor și semifabricatelor etc., sînt principalele aplicații ale oxigenului în siderurgie, ceea ce justifică un consum de 80 ... 82 % din producția totală [30] .

În momentul de față obținerea oxigenului are la bază evaporarea fracționată a aerului lichid ceea ce impune folosirea unor instalații care să lucreze la temperaturi de cca. - 200°C. Utilajele și instalațiile care concurează la fabricarea, transportarea și stocarea aerului lichid determină folosirea unor materiale metalice care prezintă proprietăți speciale pentru acest domeniu, la un preț cost redus și o prelucrabilitate ridicată. Din gama materialelor metalice folosite pentru aplicații criogenice, aliajele ferose au o poziție de primă importanță, astfel încît pentru fiecare domeniu de aplicare...

de la -100°C . nu poate alege un oțel sau o fontă care să prezinte rezistență maximă în domeniile de lucru date.

Aliajele feroase destinate lucrului la temperaturi joase prezintă avantaje deosebite datorită producerii lor în cantități mari la prețuri avantajoase și a faptului că pot fi uzinate (turnate, forjate, matrițate, laminate, sudate etc.), folosind procedee tehnologice clasice și utilaje existente. O succintă clasificare a aliajelor feroase folosite în domeniul temperaturilor joase este făcută în figura 1.1.

T_{lucru} [$^{\circ}\text{C}$]	$T_{\text{lichiefiere a}}$ unor gaze [K]	Aliaje feroase folosite	Domenii de utilizare
0°	268 - Butan	Oțeluri carbon de tipul: C-Mn; C-Mn+Ni; C-Mn-Si (gran.fină)	Conservarea produselor alimentare
-50°	240 - Amoniac 231 - Propan	C-Mn-Si+Ni(g.f.)	
-100°	173 - Etilen	Oțeluri aliate cu 3,5 % Ni Fontă cu grafit nodular aliată cu 22 % Ni	Medicină și chirurgie
-150°	112 - Metan(GNL)	Oțeluri aliate cu 3,5 % Ni. Fontă cu grafit nodular aliată cu 23 % Ni + 4 % Mn.	Producerea, transportarea și stocarea gazelor lichefiate.
100°	90 - Oxigen 77 - Azot	Oțeluri aliate cu 9 % Ni.	Metalurgie Tehnica aerului lichid
200°	20 - Hidrogen	Oțeluri aliate cu 9 % Ni și 4 % Co.	Industria aerospațială.
-250°	4 - Heliu	Oțeluri inox 18 % Cr. + 8 % Ni. Aliaje 36 % Ni + Fe	Electronică și electrotehnică

Fig. 1.1. - Recomandări de aliaje feroase pentru lucrul în domeniul temperaturilor joase.

Paralel cu dezvoltarea producției de oxigen și azot

... / ...

... în industria chimică, implicit producerea gazelor naturale. ... și în special, depărtarea mare dintre surse și beneficiari au impus dezvoltarea rapidă ... și stocare a acestora. Același ciclu: extracție (producere) - lichefiere - transport - stocare - ... este parcurs și de o gamă largă de produse chimice gazoase, în ... etilena - materie primă pentru industria maselor plastice (... de vinil și polietilena).

... diverșelor activități care necesită temperaturi între - 270 ... - 50°C. s-au dezvoltat și specializat utilajele ... și instalații care includ majoritatea materialelor ... în figura 1.1. Actualmente, 40 % din aceste utilaje și instalații sunt confecționate din oțel aliat cu 9 % Ni, ... de aluminiu iar restul din oțeluri austenitice ... și aliaje Ni-Fe [2] .

În general, utilajele și instalațiile care lucrează în domeniul criogenic sunt structuri formate din semifabricate laminete și mai rar forjate sau turnate. Reperetele turnate, executate din oțeluri inoxidabile Cr-Ni 13/8 sau aliaje Ni-Fe, pot fi ... ca piese turnate din fontă austenitică cu grafit nodular ... 23.1, datorită proprietăților de turnare superioare și ... în elaborare.

... Considerând cele enunțate mai sus rezultă că studiul ... dezvoltarea acestor fonte austenitice cu grafit nodular ... de realizarea acestor piese turnate pentru domenii criogenice ... și înlocuiesc, parțial sau total, reperetele din oțeluri sau aliaje Ni-Fe.

1.2. Alegerea materialelor criogenice.

Principalele caracteristici care influențează decizia asupra folosirii unui material pentru domenii criogenice pot fi sistematizate astfel:

a) Proprietăți fizice care privesc dilatarea termică, conductibilitatea, căldura specifică, valori ce au o influență ... în realizarea asamblărilor din materiale metalice diferite. Interesant este modul în care depinde coeficientul de dilatare termică al aliajelor fiero-nichel în funcție de procentul de nichel ... - figura 1.2. [59.]

... / ...

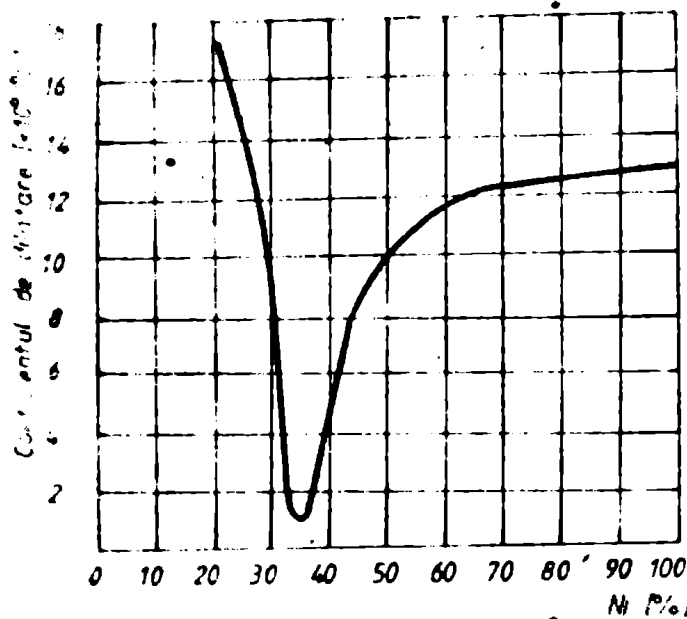


Fig. 12 Coeficientul de dilatare termică la 20°C a aliajelor fier-nichel

b) Caracteristici mecanice, reprezentate prin tenacitatea materialului metalic la temperatura de lucru, proprietate care constituie unul dintre criteriile fundamentale de alegere a materialelor metalice pentru aplicații criogenice. Tenacitatea se determină în mod obișnuit prin valoarea rezilienței (sau a energiei de rupere prin șoc).

c) Proprietăți tehnologice: capacitatea de deformare plastică, comportarea la sudare și prelucrabilitatea prin aşchiere, sînt determinate în realizarea pieselor destinate funcționării în domeniul criogenic. Aceste proprietăți impun de obicei un cost considerabil al construcției respective, cît și complexitatea formelor și dimensiunilor structurilor utilizate.

Un material folosit în domeniul criogenic trebuie să prezinte, din punct de vedere metalurgic [6] :

- = o ridicată ductilitate, care să se mențină și în domeniul temperaturilor de exploatare;

- = o mică sensibilitate la efectul de creștere a temperaturii;
- = o rezistență mare la rupere la nivelul temperaturilor de lucru criogenic;
- = bune proprietăți de turnare, deformare plastică și de sudare.

În general, se consideră, cînd se vorbește de cristalinitate, că se referă la comportarea materialelor metalice la temperaturi joase, înțelegîndu-se în acest sens, metalele și aliajele care cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate (CFC). Acest sistem cristalin, specific pentru Al, Cu, Ni, Fe și oțeluri austenitice, conferă materialului o tenacitate considerabilă la nivelul temperaturilor joase [47].

Avînd în vedere cele enunțate mai sus, se poate conchide

ziomă că, printre aliajale ferose criogenice folosite și fontele cu grafit nodular înalt aliate cu nichel corespund în bună măsură acestor domenii de temperaturi criogenice, comportându-se remarcabil chiar și la temperaturi mai mici de -200°C . Masa metalică austenitică, pînă la temperaturile de lucru, conferă proprietăți fizice și mecanice cele mai bune întrebunțării criogenice, iar carbonul și siliciul determină o capacitate de turnare remarcabilă, mult mai mare decît a oțelurilor aliate criogenice. Aceste avantaje ale fontei cu grafit nodular înalt aliată cu nichel au putut fi puse în evidență abia în ultimele decenii, cînd s-au perfecționat continuu procesele de modificare și turnare ale acestor fonte.

Actualmente, pe plan mondial se fabrică 12 tipuri de fontă cu grafit nodular înalt aliată cu nichel de tipul Ni-Resist, standardizate de I.S.O. pe 5 grupe principale (tabelul 1.1.) în funcție de elementele de aliere secundare [13] ; [25] ; [55].

Tabel 1.1. Mărci de fonte cu grafit nodular aliate cu nichel

ISO	STAS	DIN	W	Denumirea comercială	ASTM	British Standard
S-Ni Mn 13.7	Fgna Ni Mn 13.7	GGG-Ni Mn 13.7	07652	---	---	---
---	---	GGG-NiCrNb 20.2	07659	---	---	---
S-Ni Cr 20.2	Fgna Ni Cr 20.2	GGG-Ni Cr 23.4	07660	Ni-Resist D-2	Type D-2	AUS 202 Grade
S-Ni Cr 20.3	Fgna Ni Cr 20.3	GGG-Ni Cr 20.3	07661	Ni-Resist D-2B	Type D-2B	AUS 202 Grade
S-Ni Si Cr 20.57	Fgna Ni Si Cr 20.57	GGG-Ni Si Cr 20.42	07665	Nicrosital Sph-eronic	---	AUS 20-
S-Ni 22	Fgna Ni 22	GGG-Ni 22	07670	Ni-Resist D-2C	Type D-2C	AUS 203
S-Ni Mn 23.4	Fgna Ni Mn 23.4	GGG-Ni Mn 23.4	07673	Ni-Resist D-2M	---	---
S-Ni Cr 30.3	Fgna Ni Cr 30.3	GGG-Ni Cr 30.3	07676	Ni-Resist D 3	Type D 3	AUS 205
S-Ni Cr 30.1	Fgna Ni Cr 30.1	GGG-Ni Cr 30.1	07677	Ni-Resist D-3A	Type D 3A	---
S-Ni Si Cr 30.55	Fgna Ni Si Cr 30.55	GGG-Ni Si Cr 30.55	07680	Ni-Resist D 4	Type D 4	---
S-Ni 35	Fgna 35	GGG-Ni 35	07683	Ni-Resist D 5	Type D 5	---
S-Ni Cr 35.3	Fgna 35.3	GGG-Ni Cr 35.3	07685	Ni-Resist D 5B	Type D 5B	---

Compoziția chimică aproximativă și principalele caracteristici mecanice sînt trecute în tabelul 1.2., în care s-au considerat concentrațiile maxime de P = 0,003 și Cu = 0,5% (după 1694) ; [13] ; [25] ; [55].

Pentru aplicații criogenice se folosesc tipurile de fontă cu grafit nodular austenitice de tipul Ni 22 și Ni 23, care au o tenacitate deosebită la temperaturi din domeniul criogenic.

În afară de aceste tipuri de fonte mai există și ...

x) Se va nota în continuare cu ...

Tabel 1.2 Compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale fontei [25]

Tipul fontei DIN	W	Compoziție chimică [%]					Caracteristici mecanice					
		C _{max}	Si	Mn	Ni	Cr	R _m (daN/mm ²)	R _{0,2} (daN/mm ²)	A (%)	E (daN/mm ²)	HB (daN/mm ²)	k _v (J)
Ni Mn 137	07652	3,0	20-30	6,0-7,0	12-14	-	40-47	22-26	10-18	140-150	170-190	-
Ni Cr Mo 20 2	07659	3,0	17-22	10-15	8-22	18-24	38-48	21-25	8-20	112-130	140-200	24-27
Ni Cr 20 2	07660	3,0	17-30	0,7-1,5	18-22	10-25	38-48	21-25	8-20	112-130	140-200	24-27
Ni Cr 20 3	07661	3,0	17-30	0,7-1,5	18-22	2,5-4,0	40-50	22-26	6-15	112-133	150-255	12
Ni Si Cr 20 4 2	07665	3,0	3,5-5,5	1,0-1,5	18-22	10-2,5	38-44	22-26	10-18	-	180-230	-
Ni 22	07670	3,0	17-30	18-24	21-24	-	38-45	21-25	20-40	85-112	130-170	-
Ni Mn 23 4	07673	2,6	1,9-2,6	4,0-4,4	22-24	-	42-48	18-24	25-45	120-140	150-180	24-34
Ni Cr 30 3	07676	2,6	1,5-2,8	max 0,5	28-32	2,5-3,5	38-48	22-26	7-18	92-105	140-200	2
Ni Cr 30 1	07677	2,6	1,5-2,0	max 0,5	28-32	1,0-1,5	38-45	21-27	13-18	112-130	130-190	15
Ni Si Cr 30 5 5	07680	2,6	3,0-6,0	max 0,5	29-32	max 5,5	40-50	24-31	7-14	91	170-250	-
Ni 35	07683	2,4	1,5-2,8	max 0,5	34-36	-	38-42	21-24	20-40	112-140	130-160	2
Ni Cr 35 5	07685	2,4	1,5-2,8	max 0,5	34-36	2,0-3,0	38-45	22-29	5-10	112-123	140-190	-

Varietate cu comportare bună la sudare. Celelalte elemente au următoarele concentrații: P_{max}=0,04%; Mo_{max}=0,05%; Nb=0,10-0,17%.

...toarele varietăți: fonta Ni 35 și fonta aliată : ASTM 436-1 (echivalentă cu U.S. Military MIL-G-878 B Type 1) cu compoziția chimică apropiată de a unei fonte cu grafit lamelar aliată cu Ni,Cu,Cr de tipul GGL- NiCuCr 1,6.3. (Ni-Resist 1 b) cu valori acceptabile ale tenacității pînă la 150°C. [58] ; [20]

Din gama de fonta menționate, cele mai ridicate valori ale tenacității în domeniul critic sunt cele ale fontei tipul NiMn 23.4. Caracteristicile, în funcție de temperatură, sînt prezentate în tabelul 1.3. [25] ; [44] ; [45].

Tabelul 1.3.- Caracteristicile mecanice la temperaturi joase pentru varietatea de fonta NiMn 23.4. [45.]

Temperatura	R _m (daN/mm ²)	R _p (daN/mm ²)	A ₅ (%)	Z (%)	KV (J)
-20	420...480	120...140	25...45	26...45	24 ... 34
-30	420...500	120...170	25...45	26...45	25... 36
-40	420...520	220...300	30...47	25...45	25 ... 38
-50	450...550	250...350	30...50	25...50	25 ... 41
-60	480...600	300...400	30...47	25...45	25 ... 40
-70	530...650	380...450	25...40	20...35	21 ... 30
-80	580...700	400...500	20...30	20...30	21 ... 34

...aceste caracteristici însoțite au determinat
...pestei sunt în cadrul prezentei lucrări în ceea ce privește
...lucrării de cercetare în domeniul pe plan național, reducând astfel
...rburile de consum de materiale din oțel inoxidabil Cr-Ni 18/8, care
...sunt necesare în cazul pieselor defectate în timpul serviciului
...într-o instalație de fontă.

...de cercetare a varietății de fontă și metodele
...de lucru adaptate la caracteristicile și la bază preocupările de cercetare
...de colectivității de studiu materialelor și tratamentul termic
...probleme de cercetare științifice din cadrul catedrei de T.C. și
...cercetării de cercetare I.P. "CRAIAC VOIA" TRUȘCANA.

...peștile naționale de înaltă competență și
...de pe site-ul catedrei științifice, precum și contribuția
...realizată pe tot timpul elaborării lucrării, au constituit un
...cât pentru o continuă perfecționare a activității de cercetare.
...pentru toate acestea, precum și pentru generozitatea cu care s-a
...în timpul serviciului științific, autorul mulțumește celor
...științific, prof.dr.ing. Marin Trușulescu, inițiator și
...cercetării științifice în țara noastră.

1.1. Scopul și obiectivele lucrării.

...în momentul de față, interesul pe plan mondial
...utilizarea înserției a fontelor în instalații criogenice este
...deosebit, datorită proprietăților lor tehnologice cât și a celor
...performanțe la temperaturi joase. În același timp, diferitele studii
...de cercetare întreprinse tind să mărească atât capacitatea cât
...rezultat a unităților și instalațiilor care lucrează în aceste
...condiții.

...Cunoașterea caracteristicilor ce se impun materialelor
...lucrate în domeniul criogenic și ținând cont de bibliografia con-
...cultură din literatura de specialitate, prezenta lucrare urmărește
...realizarea următoarelor obiective:

1. Cercetarea bibliografică a familiei de fontele
...ce conțin grafit și altele înalt aliate cu nichel.
2. Studiul caracteristicilor unei fonte cu grafit neoxidant
...înalt aliat cu nichel care să aibă o comportare satisfăcătoare
...în domeniul temperaturilor criogenice.
3. Studiul comportării în domeniul criogenic al
...fontelor înalt aliate.

4. Cercetarea tehnologiilor de elaborare, turnare și prelucrare termică ulterioară a fontă criogenice elaborate. Scopul acestei activități de cercetare este de a elabora, pe plan intern, o fontă criogenică pentru producerea prin turnare a reperelor instalațiilor criogenice din dotarea întreprinderilor de profil, implicit, eliminarea importului de piese de schimb și chiar de utilaje.

1.4. Programul de cercetare adoptat.

Activitatea de cercetare în vederea atingerii obiectivelor propuse a urmărit mai multe căi și saume:

- a) documentarea bibliografică a tuturor articolelor publicate privind caracterizarea familiei de fontă criogenică și în special a varietății de fontă MEn 23.4.;
- b) elaborarea unei compoziții de fontă MEn 23.4. în condițiile tehnologiilor și tehnicilor cunoscute;
- c) cercetarea comportării fontei elaborate în starea criogenică și compararea cu valorile date în literatură specializată;
- d) cercetarea comportării la prelucrări termice a materialului brut turnat prin tratament termic și prin răcire. Această cercetare a fost purtată pe două căi, una prin simularea de cicluri termice specifice regimurilor de sudare și deosebi prin prelucrarea termică efectivă a materialului elaborat;
- e) sistematizarea și coroborarea datelor experimentale.

Programul experimental de cercetare este reprezentat schematic în figura 1.3.

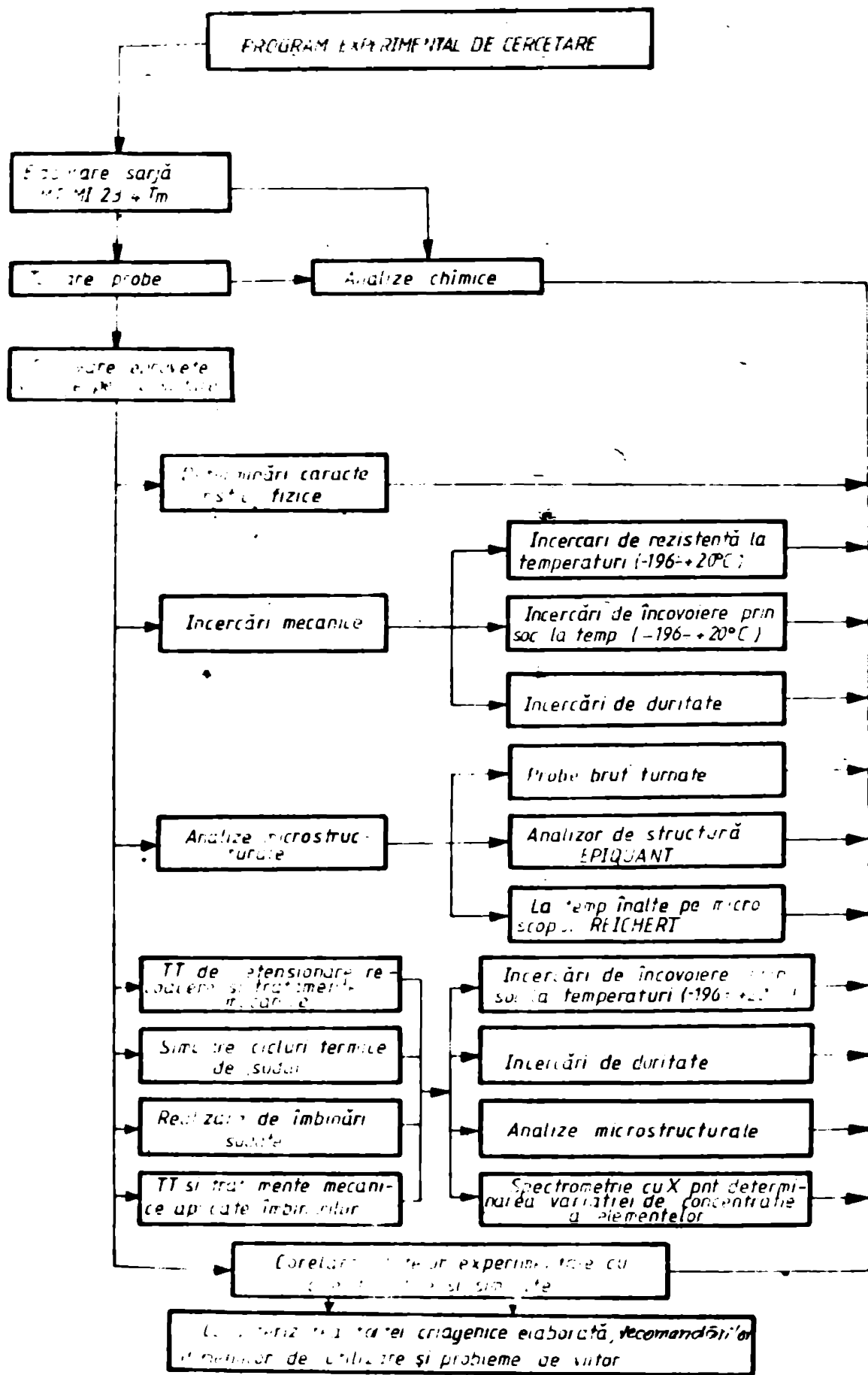


Fig. 13. Program experimental de cercetare

Capitolul 2

ELABORAREA SI TURNAREA FONTELOR AUSTENITICE CU GRAFIT NODULAR INALT ALIATE CU NICHEL.

Fontele înalt aliate cu nichel, denumite comercial Ni-Resist, alcătuiesc o familie de fonte aliate în care prezența unei proporții mari de nichel împreună cu alte elemente conduc la obținerea structurii complet austenitice și conferă acestora proprietăți mecanice și fizice care nu se pot obține la fontele obișnuite. În general fontele Ni-Resist, sînt în aceeași corolație cu fontele cenagii, cu oțelurile austenitice inoxidabile cu oțelurile obișnuite. [42].

2.1. Studiul documentar al dezvoltării țigă.

Fontele austenitice sînt folosite pe scară largă pentru aplicațiile care necesită rezistență la coroziune în diferite medii, pentru țigă care trebuie să aibă rezistență la oxidare și creștere, concomitent cu rezistența modestă la fluaj, pînă la temperaturi de 800°C. De asemenea, această familie de fonte are proprietăți speciale: de dilatare, electrice, magnetice și altele, fiind utile și pentru aplicații la temperaturi criogenice.

2.1.1. Influența elementelor de aliere asupra structurii țigă înalt aliate cu nichel.

Diagrama de echilibru Fe-Ni (fig. 2.1.) [39] indică un domeniu austenitic, la temperatura ambiantă, pentru concentrații mai mari de 30 % Ni, domeniu care poate fi lărgit prin adăugarea de carbon și elemente de aliere austenitizante. Astfel, la alierea corespunzătoare și o concentrație medie de 3 % C, se obține o structură complet austenitică pînă la -196°C.

Pe lîngă formarea structurii austenitice, nichelul are o influență deosebită și asupra liniei CD - separarea primară a grafitului - din diagrama de echilibru Fe-C, deplasînd-o conform figurii 2.2.

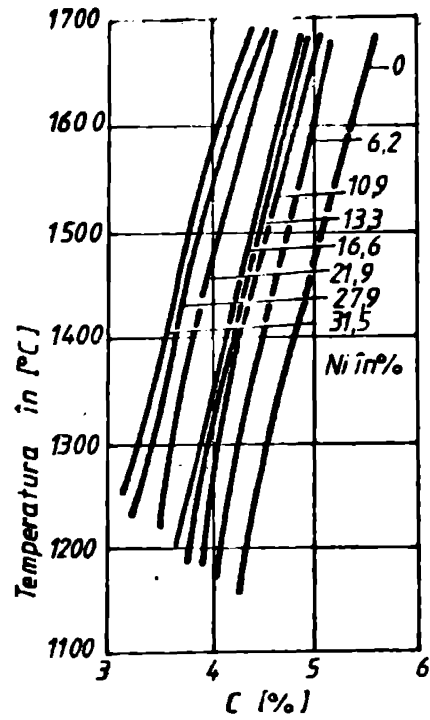
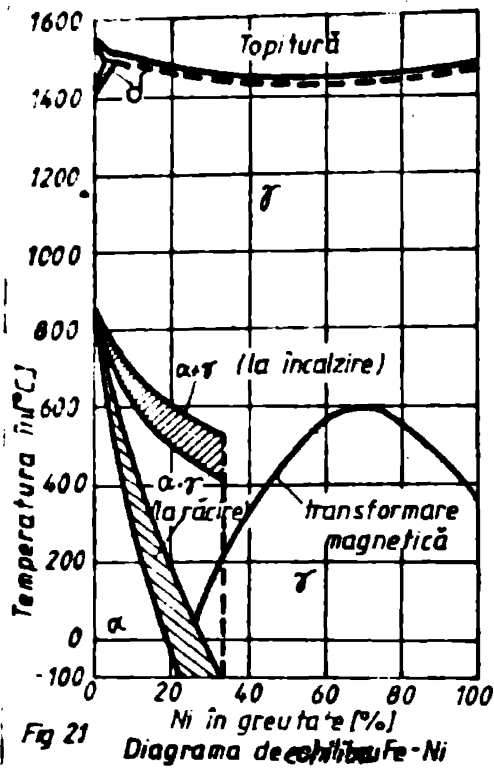


Fig 22 Deplasarea liniei CD în diagramă Fe-C prin adăugare de Ni

În afară de nichel, ca stabilizator de austenită se folosește manganul, care se limitează deoarece este generator de carburi metalice dure, nedorite în structura țigă: În funcție de cantitatea de mangan, pot apărea următoarele tipuri de carburi: Mn_7C_3 ; Mn_3C ; $Mn_{23}C_6$ cu proprietăți specifice acestor constituenți [39].

Cuprul, deși nu stabilizează austenita, poate cataliza formarea acesteia în prezența nichelului. La țigă nu se folosește în mod curent deoarece micșorează numărul germinilor de cristalizare, dezavantaj care poate fi înlăturat prin misi adăosuri de aluminiu [35].

Cromul nu poate fi folosit ca la oțelurile austenitice, deoarece în prezența carbonului formează carburi de crom care, în general, sînt nedorite în țigă.

Din studierea diagramelor de echilibru Fe-Ni; Fe-Mn; Fe-Si; C-Fe; C-Mn; C-Si; C-Fe-Mn; C-Fe-Ni; C-Mn-Ni; C-Fe-Si; Fe-Mn-Ni; Fe-Mn-Si; C-Fe-Mn-Si [10] [19] se poate concluziona că pentru compoziția generală a familiei de fonte austenitice aliate cu nichel, structura este complet austenitică, completată cu carburile elementelor de aliere secundare.

În cazul țigă, datorită concentrării carbonului

... / ...

în nodulele de grafit, masa metalică are compoziția unui oțel hipereutectoid înalt aliat pentru care diagrama structurală (Gulliver) în cazul alierii cu Ni sau Mn indică o structură complet asutenitică [39]; [47]

În concluzie se poate spune că matricea austenitică conferă fonta o stabilitate bună la coroziune, eroziune, temperatură (înaltă sau scăzută), influențează conductibilitatea termică, proprietățile antrifricțiune, alungirea, duritatea precum și, în funcție de compoziția chimică, determină coeficientul de dilatare termică și proprietățile magnetice.

În comparație cu fontele austenitice cu grafit lamelar, fonta are caracteristici mecanice superioare în contextul unor proprietăți fizice și tehnologice asemănătoare.

2.1.2. Influența elementelor de aliere asupra proprietăților și comportării fontei.

Primele tipuri de fonte austenitice înalt aliate cu nichel au fost puse la punct în urmă cu șase decenii, dezvoltate ulterior până la o gamă de peste 20 de varietăți, cu grafit lamelar sau nodular. Compoziția chimică a acestor varietăți cuprinde nichel între 12...36% și elemente secundare de aliere ca: Mn; Cr; Si; Mo;

a) Nichelul, manganul cuprul,

Matricea austenitică se obține prin aliere cu nichel-nichel-mangan sau nichel-cupru, respectându-se un conținut ridicat de nichel pentru a se asigura uniformitatea și omogenitatea structurii austenitice.

Inconveniențele care apar la conținuturi ridicate mangan sau crom pot fi înlăturate prin tratamente termice corespunzătoare sau prin controlul riguros al compoziției chimice (magnezi rezidual, aluminiu etc.).

Creșterea concentrației de elemente austenitizante conduce la ridicarea alungirii, rezistenței la rupere concomitent cu micșorarea durității și limitei de proporționalitate, în același timp mărește ușor temperatura de tranziție. În cazul pieselor cu pereți groși, datorită solidificării intense, este necesar un conținut mai ridicat de elemente de aliere austenitizante în vederea precintâmpinării apariției grafitului degenerat și a carburilor libere.

b) Cromul

Creșterea conținutului de crom conduce la creșterea rezistenței, durității și rezistenței la oxidare în detrimentul prelucrabilității prin așchiere. Cromul formează în matricea austenitică o serie de carburi feromagnetice de tipul $(Fe,Cr)_3C$ $(Fe,Cr)_7C_3$ cea ce limitează, pentru țigă nemagnetice, la 2,5 % conținutul acestuia.

Adăosuri de crom pînă la 1 % ridică rezistența la tracțiune, limita de curgere, alungirea și duritatea, pentru conținuturi mai mari de 1 % se obțin scăderi considerabile ale durității și rezistenței la tracțiune, în timp ce limita de curgere și duritatea cresc în continuare.

În cazul varietăților de țigă destinate să lucreze la temperaturi criogice conținutul de crom este limitat la 0,5 % pentru a putea elimina orice surse ale crăcărilor care migrează și dăunează valorile tenacității la temperaturi joase.

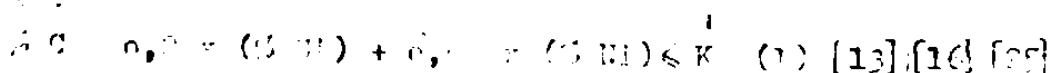
c) Carbonul și siliciul.

Conținutul de carbon influențează negativ rezistențele mecanice, în schimb îmbunătățește aciditatea și stabilitatea de turnare a fontelor austenitice.

Carbonul echivalent efectiv ($C_{ech.}$) este caracterizat de: efectul asupra capacității de turnare, asupra fenomenelor de rășchir internă, ratei urilor și naturii grafitei. Acesta este substituit în mare măsură de siliciu și mangan de carbon în fontelor acide și cu grafite de tip lanca de coștoș sau în fontelor acide cu grafite de tip lanca de coștoș.

În țigă cu secțiuni de lucru, siliciul $C_{ech.}$ este înlocuit de grafit degenerat verticalizat numit "chunk". Pe de altă parte se urmărește ca fonta să conțină $C_{ech.}$ ridicat pentru a asigura plasticitatea la temperaturi joase și în cazul piștelor cu secțiuni subțiri.

Baranov și Schilling [16] au arătat în urma unor lucrări efectuate pe țigă de 20 d. torțuri de fontă austenitică cu 20...40 % Si, că pe măsură ce conținutul de grafitului "chunk" crește și se mărește timpul de încălzire de 40 minute la 1000°C, carbonul trece în mare măsură în grafit care se redistribuie:



... ca fiind un indice de natură...
... care 4, 1 și 2.

... condiții de grafitul degenerat să nu apară este...
... reprezentată în figura 2.3. pentru care K=4,4.

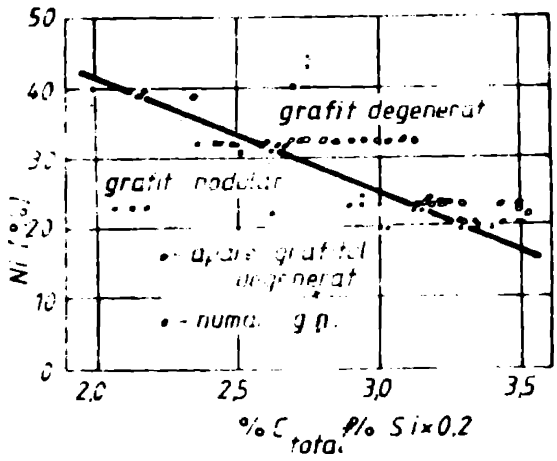


Fig 2.3 Apariția grafitului degenerat, chunk într-o...
... din țigă care se solidifică încet și ca...
... de suma (% C total / 0.2) și conținutul de Ni:

Nu în toate cazurile...
... grafitului vermicular...
... considerat total nefavorabil.
... Aceaste apare de obicei în con-
... trul pieselor, volumul de...
... țin acest grafit degenerat
... zistate la tracțiune redusă
... aproximativ 20- 25%, în al-
... ție cu aproximativ 50 % din
... de volumul de grafitul
... tului este nodular. Totuși,
... punctul de vedere al profun-
... tului, trebuie reținut că...
... de curgere nu este afectat.

... de mm., și de apariția grafitului vermicular...
... de grafitul degenerat nu este o problemă, mărimea C...
... la valoarea critică de 4,3 ducă la îmbunătățirea compor-

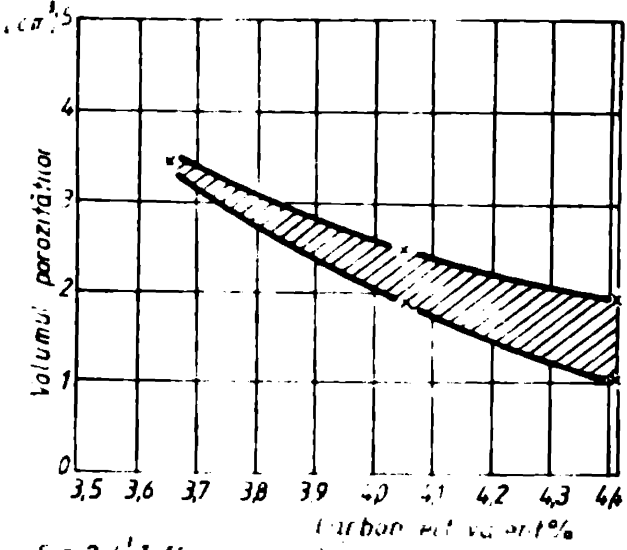


Fig 2.4 Influența carbonului echivalent asupra...
... volumului porozității interne în plăci de...
... 5mm grosime

In ceea ce privește...
... reaz porozităților, în secți-

... și piesei turnate.
... În figura 2.4. este...
... tate variației volumului...
... rozităților interne...
... plăci turnate de 5 mm...
... sime, cu bosaje de 30...
... diametru și 25 mm. în...
... me, în funcție de C_{ech}.
... calculat cu formula pro-
... să de Schelleng pentru...
... fontele austenitice.

$$C_{ech} = \%C + 0,33 \times (\%Si) + \dots$$

(1)

În concluzie se recomandă un $C_{ech.}$ cât mai ridicat, avându-se însă în vedere că în secțiunile mai mari, acesta să verifice relația (1).

Conținutul de siliciu influențează mai puțin structura și proprietățile țigă decât la fontele cu grafit nodular nealiat, totuși este limitat în funcție de grosimea de perete a piesei turnate. Creșterea conținutului de siliciu între 2...3% are drept rezultat creșterea alungirii, rezistenței la tracțiune în timp ce limita de curgere și duritatea scad.

Conținutul de carbon al eutecticului poate fi exprimat prin relația:

$$C_{eutectic} = 4,30 - 0,33x(\%Si) - 0,047x(\%Ni) + 0,0095x(\%Ni)x(\%Si); \quad (3) \quad [38].$$

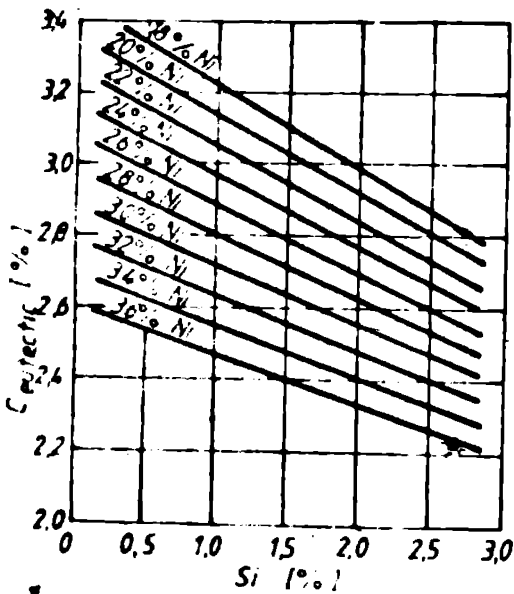


Fig. 24 Influența conținutului de Ni și Si asupra concentrației eutectice.

pentru concentrații de siliciu mai mici de 3% și de nichel mai mici de 35 % Ni.

Modul în care influențează siliciul și nichelul concentrația eutectică este redat în figura 2.4.

Volumul retasurii și al porosităților este influențat nu numai de conținutul de carbon și siliciu și de eutectice pe care prisma $C_{ech.}$, ci și de proporția celorlalte elemente existente în compoziția fontei, în special de acele care formează carburi [17].

Formarea carburilor lasă dispoziabilă o cantitate mai mică de grafit care să precipite în timpul solidificării, ceea ce conduce la o mai mică dilatare (contractie) a fontei în formă. În plus, carburile eutectice cu conținut de crom se formează aproape în timpul solidificării, într-o perioadă când piesa nu mai poate să se dilată corect, determinând porozități interdentrice. De aceea, din punctul de vedere al retasurii și porosităților este de dorit ca proporția de carburi să fie mică.

d) Magneziul

Traterea țigă pentru obținerea grafitului nodular se

... cu proplăte de nichel-magneziu sau nichel-siliciu-magneziu...
 ... fonta respectiv cantități mici de magneziu...
 ... In cazul acestor fonta, repartizarea reziduurilor de magneziu...
 ... la fontele cu grafit nodular nediluat...
 ... Cantități prea mari de magneziu...
 ... la formarea de incluziuni de sulfură, favorizează apariția...
 ... caracteristicile mecanice și tehnologice...
 ... (în special comportarea la sudare). In general se recomandă conținutul de magneziu rezidual între 0,06...0,12 %.

e) Fosfor, sulf, elemente reziduale.

Conținutul de fosfor este limitat la 0,08 % deoarece pentru valori mai mari reduce rezistența, tenacitatea și conductivitatea la sudare. Se acordă o atenție deosebită conținutului de fosfor la varietățile de fonta pentru aplicații criogenice deoarece tenacitatea acestora trebuie păstrată în limite cât mai ridicate. In cazul varietăților de fonta rezistente la frecarea de alunecare, fosforul este introdus în cantități până la 1 %.

Conținutul de sulf trebuie menținut cât mai redus pentru a se putea obține o formă a grafitului cât mai apropiată de cea nodulară, în aceeași proporție cât mai mare.

In ceea ce privește elementele reziduale, se pot observa în mod frecvent bismut, stibiu, plumb și cadmiu (zinc, cobalt, nichel, staniu, arsen). Elementele reziduale mici, realizează gradul de nodularizare al grafitului și formează fașe de depănate la marginea a grăunților, ceea ce influențează negativ tenacitatea și plasticitatea fontei [43].

1.1.3. Alaborarea fontelor austenitice cu grafit nodular înalt aliate cu nichel.

In general, fonta poate fi elaborată în orice tip de cuptor utilizat pentru topirea fontei sau oțelului, preferându-se cuptoarele electrice cu inducție sau cu arc care pot atinge temperaturile necesare prelucrării în stare lichidă.

In cazul modificării fontei în formă și pentru a evita pierderile de magneziu în stare lichidă se pot folosi cuptoarele bazice sau neutre. Pentru nodularizarea în cuptor...
 ... se preferă o căptușeală...
 ... bazice sau neutre, o încălzire...
 ... menține în cuptor timp îndelungat...

504558
207 G

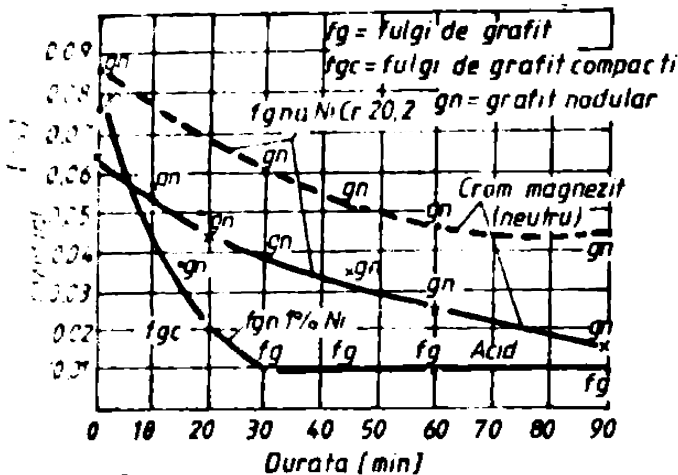


Fig. 25 Scăderea conținutului de magneziu rezidual în timp pentru diferite încărcături tratate cu Mg în captoare de frecvență medie căptușite acid sau neutru.

fără o scădere importantă a cantității de magneziu. În figura 25, este redată scăderea conținutului de magneziu rezidual în timp pentru două încălziri, în cuptor cu inducție de frecvență medie căptușite diferit la un timp de menținere până la 90 minute. Se remarcă de asemenea generarea grafitului pentru o sarjă de fontă

cu grafit nodular cu 1 % Ni și căptușeală acidă, la timp de menținere mai mari de 15 minute. [13] , [35] .

Încălzirea metalică se compune, în general din deșuri de oțel cu conținut redus de fosfor și sulf, recirculat de fontă de calitate și feroaliaje. Carbonul se introduce sub formă de coacă, mangal sau spirturi de electrozi. Elementele de aliere se introduc ca materiale pure, tribochete, prealiaje sau feroaliaje.

La calculul încălzirii se ține seama de pierderile de metal prin ardere, caracteristice fiecărui tip de cuptor, determinate statistic în fiecare turnătorie de fontă.

Pentru obținerea grafitului nodular se poate folosi orice prealiaj cu conținut de magneziu 43 , dar întrucât nichelul este întodeauna prezent în aceste fonte, se preferă prealiaje Ni-Mg sau Ni-Si-Mg. În aceste situații se asigură o cantitate suficientă de magneziu (65-70%) în comparație cu fontele cu grafit nodular realizate (45...50%), se diminuează pierderile de magneziu, dar procesul de nodulizare este mai simplu.

Piese din fontă pot fi turnate în forme de nisip crud sau uscat, cât și centrifugale. Contractia acestor fonte este mult mai mare decât a fontelor cenușii nealiajate considerându-se o contractie de 1,5 ... 1,8 % în comparație cu 0,8 % pentru fontele cenușii.

La piesele cu porți proși și pretentioase se recomandă forme uscate sau cu rășini sintetice care se întăresc la rece, construite pe principiul solidificării dirijate.

... solidificării rapide a topiturii la
... proiecta rețete de lucru...
... respectiv o secțiune a...
... font la cerșagii.

... unei compoziții de font pentru
lucrul temperaturi criogenice.

... bibliografice...
... obținerii unei font...
... calității de font...
... proprietăți pentru domeniul criogenic...
... cont de toate indicațiile...
... compoziție chimică: C=0,11;
Si=0,05; Mn=0,06; Ni=0,03; Cr=0,14; Mg=0,001; P=0,01.

... 20 kg. s-a efectuat...
... încercitură: ca...
... publica, spirturi de electoni...
... pur sub formă de briquete, fer...
... cu 75 % Mn.

... efectuat în oale de...
... în proporții de 15/20/10...
... de 5-10 mm. Prealiajul s-a introdus...
... ocupat cu praful de...
... cu degaj de fier vechi. C...
... respectiv 2,5 din încercitură.

... a fost de aproximativ...
... la 1350°C...
... în condițiile certificării...
... STAS 1773-82. pg.5. fig.1.
... compus din...
... rășină furanică FR-1, iar pentru...
... parafenolsulfonic.

... în stare caldă, urmată...
... în...
... / ...

(2.2.1) St. ... MI-MI 2.4 Tm^x) elaborate.

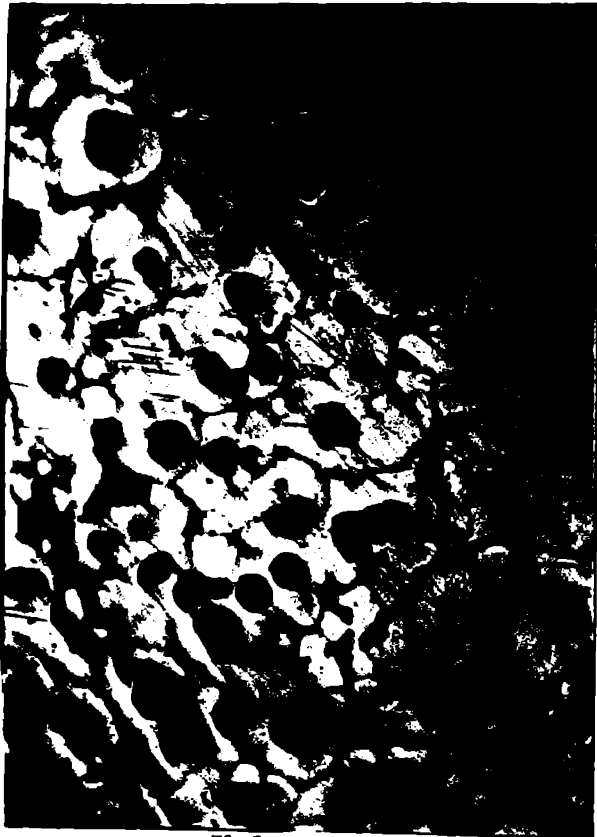
... de nichel și...
... cu un grad...

... MI-MI 2.4. el...

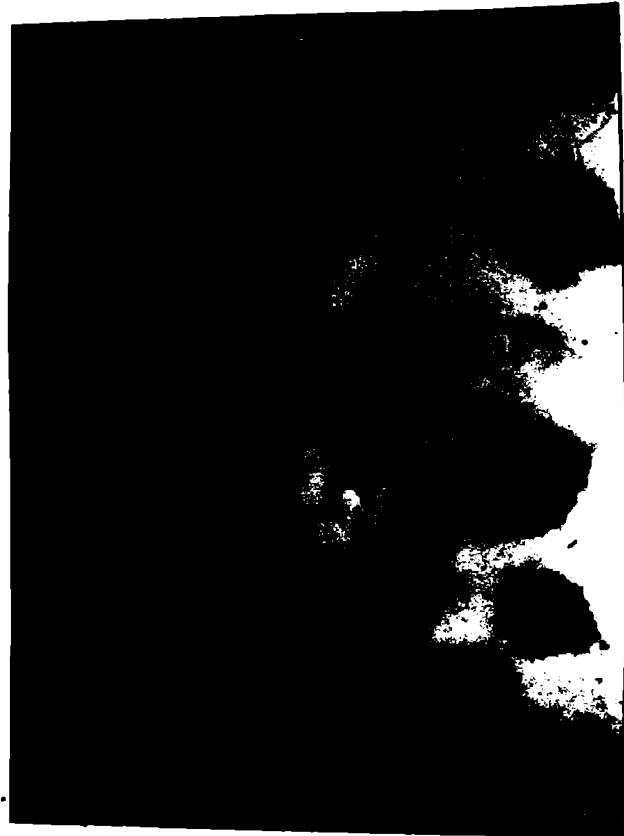
indit. Nu s-a putut pune în evidență grafit degenerat vermicular „chunk”, fapt care verifică relația (1), respectiv:

$$3,19\%C + 0,2 \times 0,25\%Si + 0,06 \times 22\%Mn = 4,02\% < 4,4\%$$

Acastă relație verifică și grafioul din figura 2.3 care indică posibilitatea formării grafitului nodular.



X 100



X 250



Fig. 2.6. Aspect microstructural al metalului 1-Pm. de la parte.

Forma nodulară a grafitului este puțin în evidență în figura 2.6., imagine obținută la microscopul optic metalografic, pe care diferiți autori le-au vădit.

Prin efectuarea de microtografii s-a determinat valorile metalice ale grafitului nodular.

... filtru nodale de 0,016...0,018 mm.

2.2.2. Proprietățile fizice ale fgna NiMn 23.4

Datorită insuficienței necvasificative a unor metode de măsurare a proprietăților fizice a ura obiectivelor propuse, valorile acestora s-au determinat din literatura de specialitate consultată. Determinările efectuate pentru punerea în evidență a punctelor de transformare de fază prin dilatare diferențială și studierea modificărilor fizice la încălzire și răcire pe microscopul metalografic pentru temperaturi înalte.

2.2.2.1. Densitatea fgna laalt aliate cu nichel

este ridicată decât a fontelor nealiate și crește proporțional cu conținutul de nichel. Pentru o fontă fgna NiMn 23.4. ce determină densitatea de aproximativ 7,4 g/cm³, iar pentru fonta elaborată s-au obținut valori de 7,426, media a 5 determinări (7,41; 7,42; 7,43; 7,44; 7,45; -).

2.2.2.2. Temperatura de topire a acestor tipuri de

fonte este puternic influențată de compoziția chimică, pentru compoziția analizată determinându-se o temperatură de 1133°C datorită în principal conținutului mare de carbon [56].

2.2.2.3. Capacitatea calorică masică c₂₀¹⁰⁰ a

fontelor este ridicată decât a celor cu grafitul lamelar, găsindu-se valori de 0,42...0,50 1/°C. [43]

2.2.2.4. Conductivitatea termică λ¹⁰⁰ a fontelor

fontelor este de fontă și mărimile grafitului și compoziția chimică. Pentru fonta laalt aliate cu nichel, conductivitatea termică are valori cuprinse între 12,97...13,81 w/m°C. [43] ; iar după [25] λ = 12,6 w/m°C. Pentru valorile enumerate mai sus se calculează o

conductivitate termică: a=4,145...4,413.10⁻² cm²/s respectiv a=3,301...4,027.10⁻² cm²/s.

2.2.2.5. Coeficientul de dilatare liniară α

depinde de intervalul de temperatură în care se face măsurătoarea și de compoziția și structura fontei. Pentru fgna NiMn 23.4. s-a determinat α₂₀¹⁰⁰ = 14,7 . 10⁻⁶ /°C. [42].

Modulul elastic și coeficientul de dilatare

și dilatarea la probe în funcție de temperatură s-au măsurat pentru o fontă fgna NiMn 23.4. (figura 2.7) . [56].

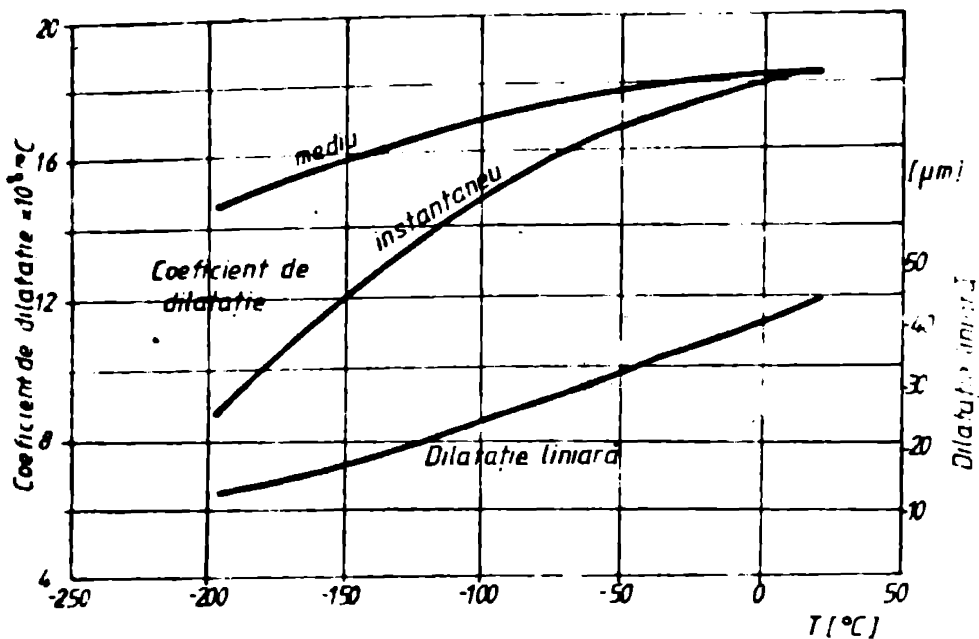


Fig 27 Caracteristici de dilatare termică pentru fona Ni Mn 23 4

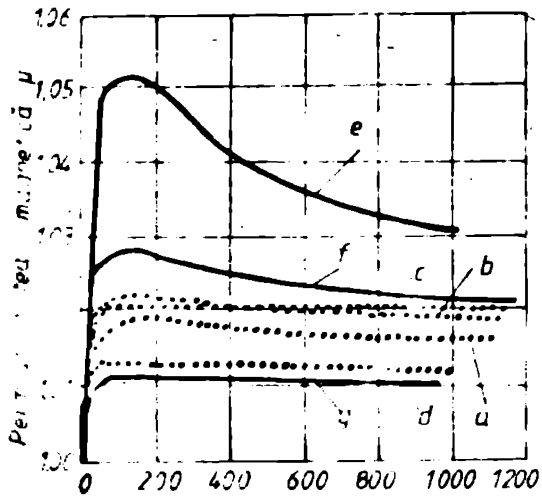
2.2.2.6. Proprietățile electrice se exprimă, de regulă prin valoarea rezistivității electrice, care pentru fona înalt aliate cu nichel este cu cca. 60 % mai mică față de varietățile cu grafit lamelar, respectiv cu valori de 100...102 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$. [43]. Pentru varietatea fona NiMn 23.4. se consideră o rezistivitate de aproximativ 100 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$. [25]

2.2.2.7. Proprietățile magnetice ale acestor tipuri de fonte se exprimă prin permeabilitatea magnetică relativă pentru care s-au determinat valori de 1,02 [25] la un câmp magnetic de 100 Oe, respectiv 1,03 [45] la un câmp magnetic de 300 Oe.

Fonta studiată este complet paramagnetică; modul, în care variază permeabilitatea magnetică relativă pentru două surse de fona NiMn 23.4. în urma diferitelor tratamente termice este prezentat în figura 2.8. [25]

2.2.3. Caracteristicile mecanice ale fona NiMn 23.4.

La utilizarea fontelor în domeniul criogenic se acceptă ca unic criteriu de alegere celui în care variază proprietățile mecanice ale acestora în funcție de temperaturile de lucru și în special proprietățile de ... / ...



Sauza 1
 a) Topitură
 b) 8h la 1000°C / răcire în aer
 c) 8h la 1000°C / răcire în apă
 d) 8h la 1000°C / răcire în cuptor până la 200°C
 menținere 2h / răcire în cuptor până la 200°C

Sauza 2
 e) Topitură
 f) 8h la 500°C / răcire în aer
 g) 2h la 900°C / răcire cu 500°C/h până la 200°C
 menținere 1h / răcire în aer

2.8 Permeabilitate magnetică
 2.9 Reziliența în funcție de temperatura de încalzire
 pentru diferite stări

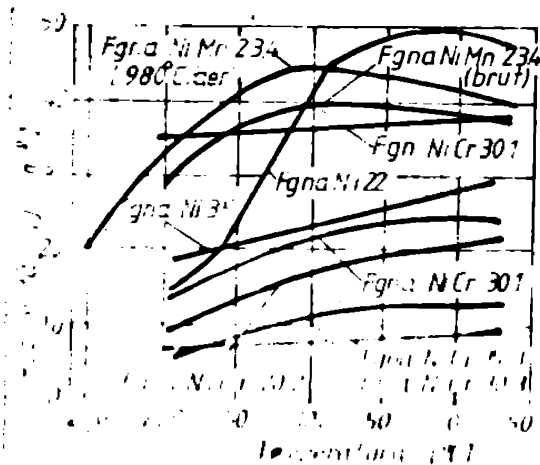


Fig. 2.9 - Reziliența pe probe crestate Charpy - Va fgn austenitice la temperaturi joase.

Din studierea modului de variație al rezilienței în funcție de temperatură pentru diferite stări de nichel în raport cu temperaturile de încălzire, se observă că, pentru toate stările, reziliența este în general în creștere, fiind în conformitate cu STAS 331-82 și STAS 331-82. În funcție de temperatură, reziliența este în general în creștere, fiind în conformitate cu STAS 331-82 și STAS 331-82. În funcție de temperatură, reziliența este în general în creștere, fiind în conformitate cu STAS 331-82 și STAS 331-82.

2.2.3.1. Încălzirea de tracțiune

Caracteristicile mecanice de rezistență au fost determinate pe epruvete rotunde cu diametrul de 10 mm și capete filante, condițiile de încercare fiind în conformitate cu STAS 331-82 și STAS 331-82. Pentru fiecare temperatură au fost încercate câte 3 epruvete la temperaturi de: -196; -150; -100; -50; +20°C, după control radiografic în secțiune longitudinală. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 2.1. Valorile de rezistență la tracțiune sunt prezentate în tabelul 2.1. Valorile de rezistență la tracțiune sunt prezentate în tabelul 2.1. Valorile de rezistență la tracțiune sunt prezentate în tabelul 2.1.

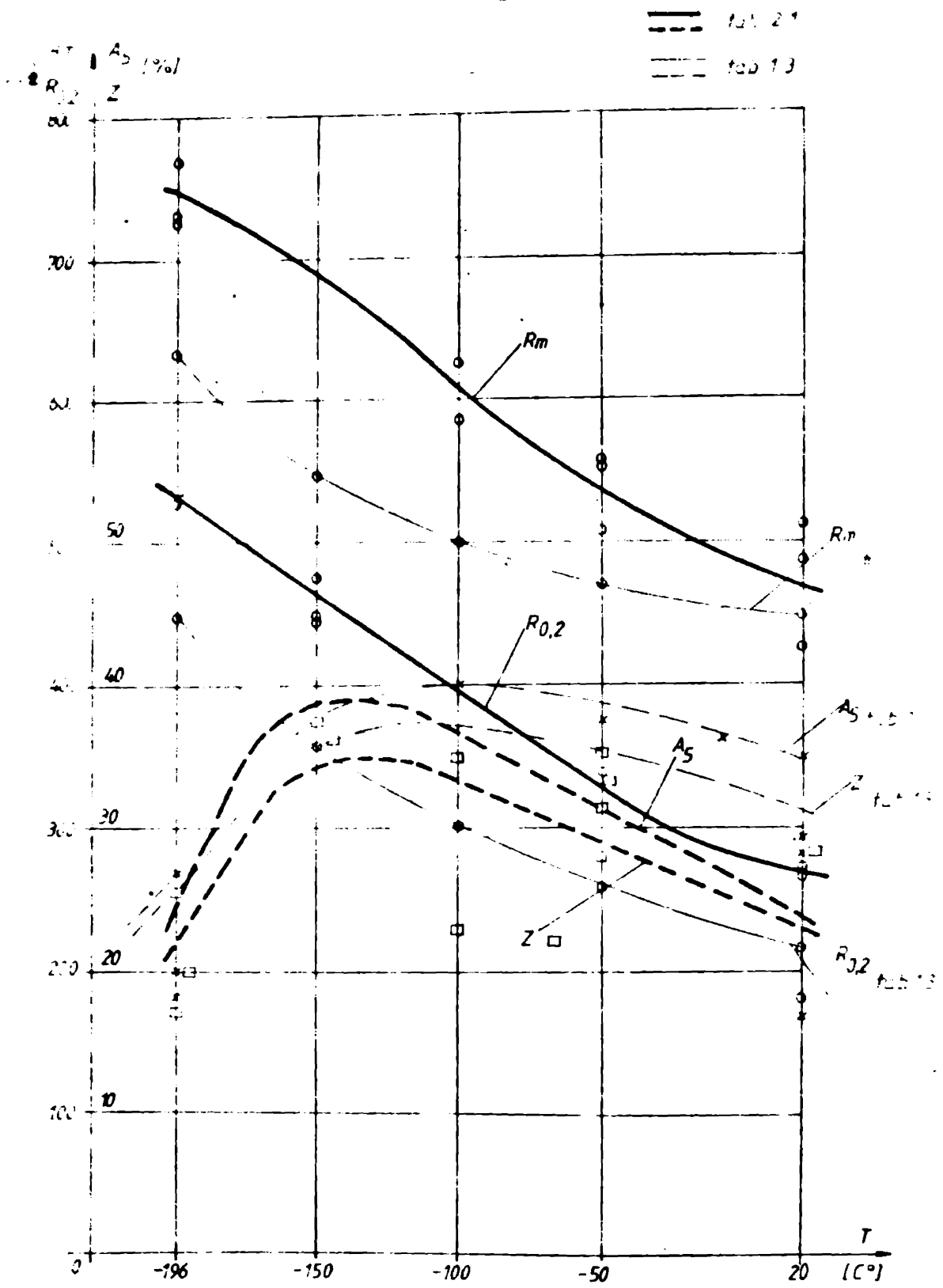


Fig. 2.10 Caracteristici mecanice de rezistență funcție de temperatura de încercare la probe din MT Mi 23.4Tm brut turnate.

Din studiul variațiilor din fig. 2.1. se observă că rezistența mecanică și rezilierea la temperaturi criogenice asupra calitatății mecanice statice ale LP-MI 23.4-Tm.

Tabloul 2.1. Caracteristici mecanice de rezistență și reziliere la temperaturi de încrezere ale LP-MI 23.4-Tm.

Temperatura [°C]	$R_{0.2}$ [N/mm ²]		R_m [N/mm ²]		A5 [%]		Z [%]	
	Valori nominale	Medii	Valori nominale	Medii	Valori efective	Medii	Valori efective	Medii
+20	372; 371; 365	370	487; 510; 424	474	28; 29; 16	24	23; 22; 16	21
-20	333; 339; 316	329	552; 556; 506	538	36; 36; 24	32	33; 32; 23	31
-50	452; 397; 392	397	612; 623; 584	606	32; 40; 23	32	31; 33; 23	29
-70	446; 412; 477	457	635; 634; 707	690	40; 33; 37	33	36; 33; 36	33
-100	37; 33; 27	37	730; 767; 728	742	18; 30; 20	23	20; 25; 17	21

2.2.3.2. Încercări de încovoiere prin soc.

Încercările au fost efectuate pe epravele prismatiche de dimensiuni cu creșterea în V conform STAS 7511-81, respectând condițiile de încercare din STAS 6333-79. Rezultatele au fost exprimate în J/cm² pentru a putea fi comparate cu literatura existentă.

Valorile de reziliență KCV obținute la temperaturi de încercare de -136; -100; -100; -50; +20°C sînt trecute în tabloul 2.2.

Tabloul 2.2. Valori de reziliență KCV, funcție de temperatura de încrezere ale LP-MI 23.4.-Tm

Temperatura [°C]	Reziliența KCV [J/cm ²]	
	Valori determinate	Medii
+20	30; 31,4; 27; 26,4; 29,1; 31,3	29,2
-20	29; 29; 30,5; 34; 35; 27,5	30,7
-50	34; 27,7; 31,2; 27,5; 33,4; 36,2	32,5
-70	31; 26,5; 34,4; 31; 30,7; 30	30,5
-100	33; 26,5; 27,6; 34,2; 31,5; 21	30,6

Pentru verificarea credibilității datelor s-au efectuat încercări de încovoiere prin soc la fiecare temperatură, în conformitate cu condițiile din STAS 6333-79. Rezultatele sînt trecute în tabloul 2.2. Valori de reziliență KCV, funcție de temperatura de încrezere ale LP-MI 23.4.-Tm

redă mai jos calculul pentru situația de la punctul 5:

- se consideră valorile: 33; 26,5; 27,6; 34,2; 31,5 și 21 pentru care se calculează:

$$\sum_{i=1}^6 X_i = \frac{1}{6} (33 + 26,5 + 27,6 + 34,2 + 31,5 + 21) = 29$$

$$= 4^2 + 2,5^2 + 1,4^2 + 5,2^2 + 2,5^2 + 8^2 = 117,5$$

$$h = \sqrt{\frac{n}{2s}} = \sqrt{\frac{6}{2 \cdot 117,5}} = 0,1598$$

- rezultă, pentru $H = 1,22$ (tabelul 153 [37]), o abatere:

$$x = \frac{H}{h} = \frac{1,22}{0,1598} = 7,63$$

- pentru care se calculează valorile extreme ale intervalului credibil: Δ

$$X_M = \bar{X} + x = 29 + 7,63 = 36,63$$

$$X_m = \bar{X} - x = 29 - 7,63 = 21,37$$

- valoarea „21” se află în afara extremelor și se elimină. Rămân cinci rezultate care se testează din nou:

$$\bar{X} = \frac{1}{5} (33 + 26,5 + 27,6 + 34,2 + 31,5) = 30,6$$

$$s = 2,4^2 + 5,1^2 + 3^2 + 3,6^2 + 0,9^2 = 54,54$$

$$h = \sqrt{\frac{5}{2 \cdot 54,54}} = 0,214 \quad ; \quad H = 1,16$$

$$x = \frac{1,16}{0,214} = 5,42$$

$$X_M = 30,6 + 5,42 = 36,02$$

$$X_m = 30,6 - 5,42 = 25,18$$

- se observă, că valorile se află în intervalul de valori extreme determinat.

Cu valorile din tabelul 2.2. se realizează variația din figura 2.11, comparativ cu media valorilor din tabelul 1.3.

... / ...

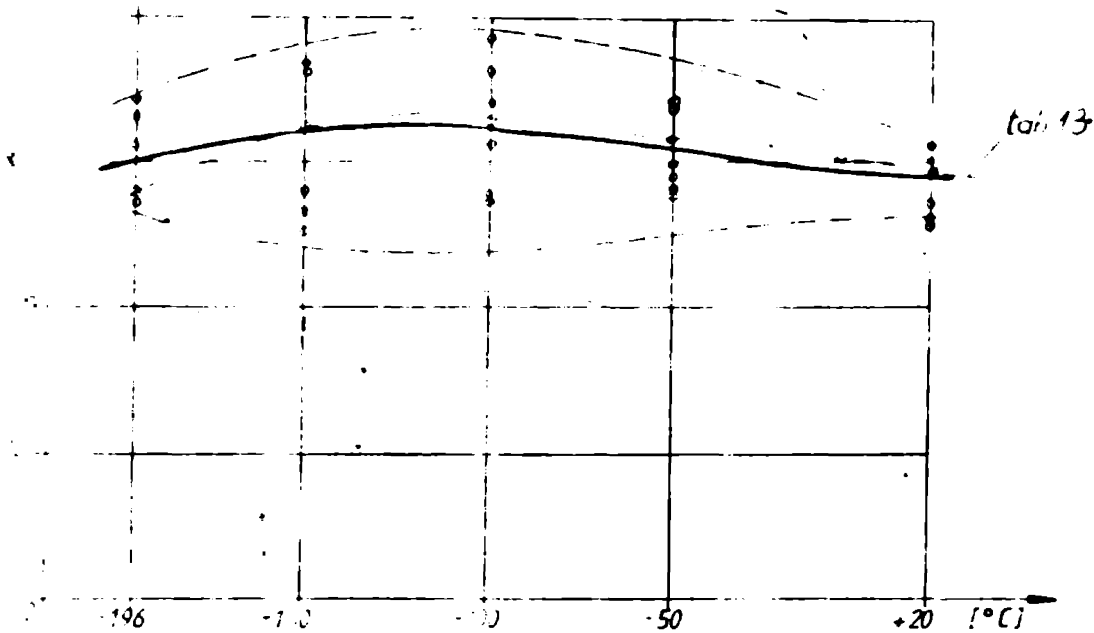


Fig 2** Reziliența KCV la temperaturi de încercare pe probe din din MT-MI 23.4 - Im

Această variație corespunde ca formă și valori celor prezentate din literatura de specialitate consultată.

2.2.4. Proprietățile tehnologice ale fână IMn 23.4

✓ Datorită compoziției chimice diferite de celelalte sorturi și a matriței metalice de bază, varietatea de fână studiată are proprietăți tehnologice specifice, evidențiate printre altele prin: bună tăiere la turnare, contracție medie, prelucrabilitate prin așchiere bună și o comportare acceptabilă la sudare. Proprietățile referitoare la turnare au fost enunțate anterior, astfel încât se vor referi la continuare referințele bibliografice la prelucrabilitatea prin așchiere și comportare la sudare.

2.2.4.1. Prelucrabilitatea prin așchiere [55]

În general, fână înalt aliată cu nichel au o prelucrabilitate prin așchiere bună, aflată între prelucrabilitatea unei fână cu grad înalt lamelar cu perlită fină (HS-220) și o fontă cu grad înalt lamelar (HS-275) [55].

Existența unui factor de influență al temperaturii de prelucrare este evidențiată în figura 2.2.4.1. Este de remarcat faptul că, în cazul în care temperatura de prelucrare este...

... / ...

substanțial această proprietate datorită carbonurilor dure introduce în structura austenitică. Precipitățile grosolane de carboni de amoniac pot fi eliminate prin tratamente termice adecvate. Se recomandă în general, ca după degroșare să se facă o pauză de câteva ore până la operația următoare (finisarea), cât și folosirea de mașini unelte grele și fixare rigidă pentru a se elimina pe cât posibil vibrațiile.

Datorită lipsei cromului din compoziția țigărilor NiKrn 23, prelucrabilitatea prin aşchiere este scăzută, în comparație cu varietățile cu crom.

2.2.4.2. Comportarea la sudare a țigărilor.

Calitatea îmbinărilor sudate a țigărilor, în mare măsură, depinde de calitatea materialului de bază, compoziția chimică, a materialului de adăos, procedeul de sudare aplicat și prelucrarea termică și mecanică ulterioară.

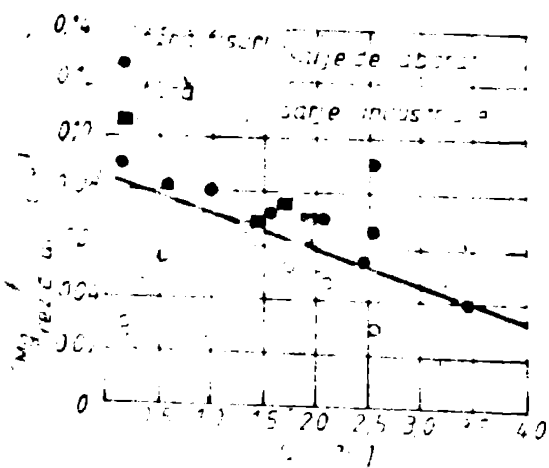
În [3] se fac aprecieri asupra capacității de rezistență a unor îmbinări sudate pentru structuri solicitate la tracțiune și torsiune cu nichel de tipul Ni-Resist. O importanță deosebită se acordă compoziției chimice a metalului de bază, enumerându-se mai multe elemente care influențează comportarea la sudare a acestor țigări.

Astfel, conținutul de fosfor și sulf se limitează la 0,03 % P și 0,015 % S, deoarece concentrații mai mari conduc la apariția fisurilor în zonele de trecere și influențată termic.

Siliciul și magneziul reziduali ar trebui să satisfacă relația:

$$\% Si + 75 \times \% Mg \leq 6,3$$

pentru a crea posibilitatea formării de îmbinări fără fisuri.



Această condiție este exprimată grafic în figura 2.12 pentru îmbinări realizate din țigări NiCr 20.2 turnată în laborator și elaborată industrial.

Cromul scade tenacitatea de fisurare în zona influențată termic, efect explicat prin faptul că alungirea fetei austenitice este în modurile locale.

... cu conținutul de crom. Acest fenomen... rezistenței matricei metalice la propagarea... la temperaturi ridicate.

Autorii [40] afirmă că prin limitarea conținutului... sulf, siliciu, magneziu rezidual se pot evita fisurile... la varietățile de țigă cu crom (NiCr 20.2) în țigă... fără crom (Ni 22; NiMn 23.4) evitarea fisurilor... Formarea acestor fisuri se poate reduce prin... de magneziu rezidual însă chiar și pentru 0,03%... se pot evita cu desăvârșire.

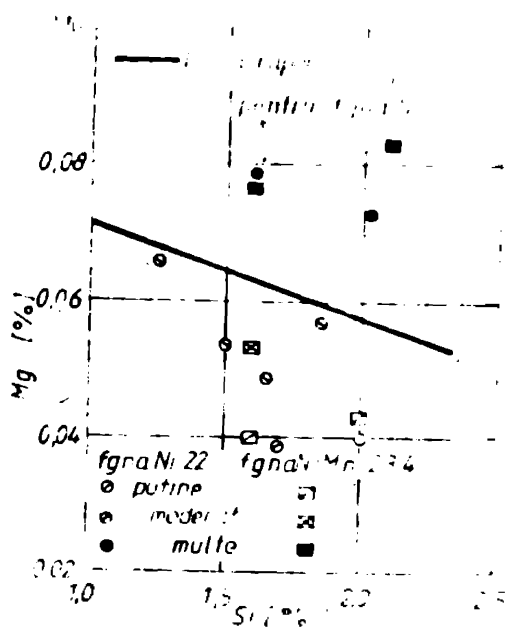


Fig 213 Intenția conținutului de magneziu pentru formarea fisurilor la răcire

In figura 2.13 se vede influența siliciului și magneziului asupra formării fisurilor la varietățile de țigă fără crom Ni 22 și NiMn 23.4. [35]

Studiind compoziția chimică a Ni-Mn 23.4-2a elaborate se observă că în țigă se observă în zona în care sunt fisuri multe.

P.K. Sengupta și D.E. Jordan [40] afirmă că se pot elimina fisurile în zona influențată termic la varietățile de țigă...

... în condiția în care în tabelul de bază e 0,1...0,3%; elemente care influențează structura matricei metalice și nici proprietățile... Influxul pozitiv a adosurilor de niobiu a fost... prin introducerea - în octombrie 1979 - în norma DI. 1004... de țigă cu grafit nodular GGG NiCrNi 20.2 cu comportament...

recomandările pe care le fac autorii [40] cu privire la... structurilor sudate se referă la alegerea unor... în funcție de situație și folosirea... de sudare cât mai mici posibile, pentru a... timpului de încălzire termică cu tendința de... recomandăm un tratament termic... la 250...450°C pentru a evita o... la...

Practic se recomandă să se evite de sudare a re-
crașilor cu energie liniară mică, un material de bază ductil și com-
patibil cu materialul de bază și prelucrare termică riguroasă pre-
cedentă sudate.

2.3. Concluzii

În urma studierii și selecției literaturii
consultate s-a elaborat sârja de MT-MI 23.4-Tm descrisă în acest
capitol. Comparativ cu bibliografia consultată se poate concluzi-
era:

a) Elaborarea și nodulizarea varietății țignă în
studiu nu ridică probleme deosebite, din contra, în cazul folosi-
rii unei încălziri fără impurități și bine dozate și a unui pre-
aliaz modificator cu bază de Ni-Mn, elaborarea, nodulizarea și
turnarea sînt mai facile decît la țignă tradițională, fără deosejiri de
calitate.

b) Compoziția chimică obținută (determinată clasic
spectrografic) se încadrează în limitele prescrise de STAS
1006-75 și a normelor internaționale.

c) Caracteristicile mecanice se încadrează, ca va-
lori și varietate, în limitele [45] determinate de diverși autori
în lucrările [25] ; [44.]

Limita de $2,8 \text{ daN/cm}^2$ considerată acceptabilă
pentru reziliență la temperatura de lucru este astfel făcută de
MT-MI 23.4 - Tm elaborate.

d) Din școlările referitoare la realizarea de în-
călziri sudate din țignă NiMn 23.4 se remarcă rezerva autorilor în
ceea ce privește posibilitatea formării de cordoane de sudură fără
defecte (fisuri). Prelucrarea termică prin tratamente termice a
șarniței NiMn 23.4 sudată se referă la detensionare și recoacere de
refinitizare, cu limite largi de temperatură. Prezintă interes re-
coacerea deoarece elimină tensiunile interne și stabilizează au-
stenita.

TRATAMENTUL TERMIC AL OELURILOR ALIATE CU NICHEL

Tratamentul termic constă în o serie de operații obligatorii în procesul de lucru, care sunt caracterizate prin temperaturi și viteze de încălzire și răcire. Având în vedere că tratamentul termic este studiat în funcție de temperatura de lucru - 196°C , precum și de modelul și de structura materialului în funcție de procedurile termice aplicate (viteze de încălzire, temperaturi de menținere etc.).

În vederea celor prezentate mai sus vizând prelucrarea metalurilor aliate s-au urmărit următoarele direcții: studiul efectelor tratamentelor termice indicate pentru diferite viteze de încălzire și răcire; dilatometrice a materialului și de structură în funcție de temperatură și viteze de încălzire și răcire; studii mecanice asupra probelor brut turnate și de forjare și de măsurarea eficienței acestor.

3.1. Studiul mecanic al tratamentelor termice aplicate fierului aliat cu nichel.

Studiile efectuate asupra fierului aliat cu nichel au arătat că tratamentele termice aplicate la diferite temperaturi și viteze de încălzire și răcire influențează semnificativ proprietățile mecanice ale materialului, ceea ce în totalitate conduce la modificarea proprietăților mecanice.

3.1.1. Studiul mecanic [55]

Studiile efectuate asupra fierului aliat cu nichel au arătat că tratamentele termice aplicate la diferite temperaturi și viteze de încălzire și răcire influențează semnificativ proprietățile mecanice ale materialului, ceea ce în totalitate conduce la modificarea proprietăților mecanice.

la 1250°C care conduce la eliminarea a 60% din tensiunile interne - se recomandă două prelucrări mecanice de debrășare -.

Un tratament de detensionare este necesar nu afectează rezistența la rupere la tracțiune, duritatea sau alungirea.

3.1.2. Recocer [14]

În cazul pieselor cu secțiune mică, turnate din fer și oțeluri metalice, se pot forma cantități excesive de carburi care măresc duritatea suprafețelor respective. Pentru a se preveni duritatea și reduce alungirea cu cea. la %. Recocerea timp de 1...5 ore la 950 ...1050°C și răcirea în aer sau aer, va elimina până la o parte din carburi, dar restul se vor distribui uniform sub formă de globule. În cazul fazei de metalizată de 4 ore nu este necesar acest tratament termic datorită distribuției uniforme de carburi în toată masa.

Pentru faza II din 23.4 se recomandă o recocere timp de 1...5 ore la 950°C și răcirea în aer sau aer.

Recocerea se realizează în condițiile mari, însușirilor elictate, la care pot apărea durități excesive în zonele de concentrare a tensiunii. În acest caz se recomandă o înălzire de 1...5 ore la 1000°C și răcirea în aer.

3.1.3. Stabilizare [15]

Scopul tratamentului termic de stabilizare este îndepărtarea excesului de carbon din matricea metalică sustinută de duritatea lui pe suprafețele de contact. Acest tratament conduce la o creștere ușoară a pieșii. Acest tratament este obligatoriu pieselor care lucrează la temperaturi mai mari de 450°C.

3.1.4. Durificarea [55]

Îmbunătățirea caracteristicilor mecanice de rezistență (rezistența la rupere R_m și $R_{p0,2}$ de exemplu) prin durificarea normalizată nu este posibilă în cazul oțelurilor de construcție, deoarece conduce implicit la pierderea ductilității și rezilienței, proprietăți esențiale în cazul de exemplu, de asemenea, în cazul de exemplu din faza II din 23.4. Se durifică în timpul lucrului la temperaturi mai mari de 450°C și răcirea în aer sau aer.

... de aplicatie. In ... temperaturilor joase
... 23.4. s- observat, ca o mentinere
... de război de război de război de război de război
... cele inițiale. [56].

La postea de eluziune, din cele studiate, că pentru
... 23.4. elaborat, prezintă interes numai determinarea
...

3.4. Studiul curbelor dilatometrice.

Tranzițiile structurale ale aliajelor metalice
... de modificare volumice, datorând schimbărilor
... atomice. Variațiile dilatometrice
... timpului, în cazul unor modificări interne (de
... cristalină, transformări de fază,
... etc.).

... studiul structurii mecanice
... -196°C - ales pentru experimentare
... diferență, pentru ca să se evite
... cât mai mici.

... a fost creșterea
... „Di lo, 2, Ad al bromury” care
... 3.1 și Figura 3. ... două dilatare
... interval de 2 mi) pe care
... obținute.

... dilatare pe care
... (critic):

a) O mare de contracție la 150°C și 115°C cu
... 5μm .

b) O inflexiune la încălzire la 530°C și 590°C
... inflexiune la 360°C, respectiv

c) La răcire, inflexiuni la răcire, de la 190°C cu
... respectiv 370°C ... 390°C
... două curbe din 3.1 și 3.2.

d) Observăm mici diferențe între valorile
... și
...

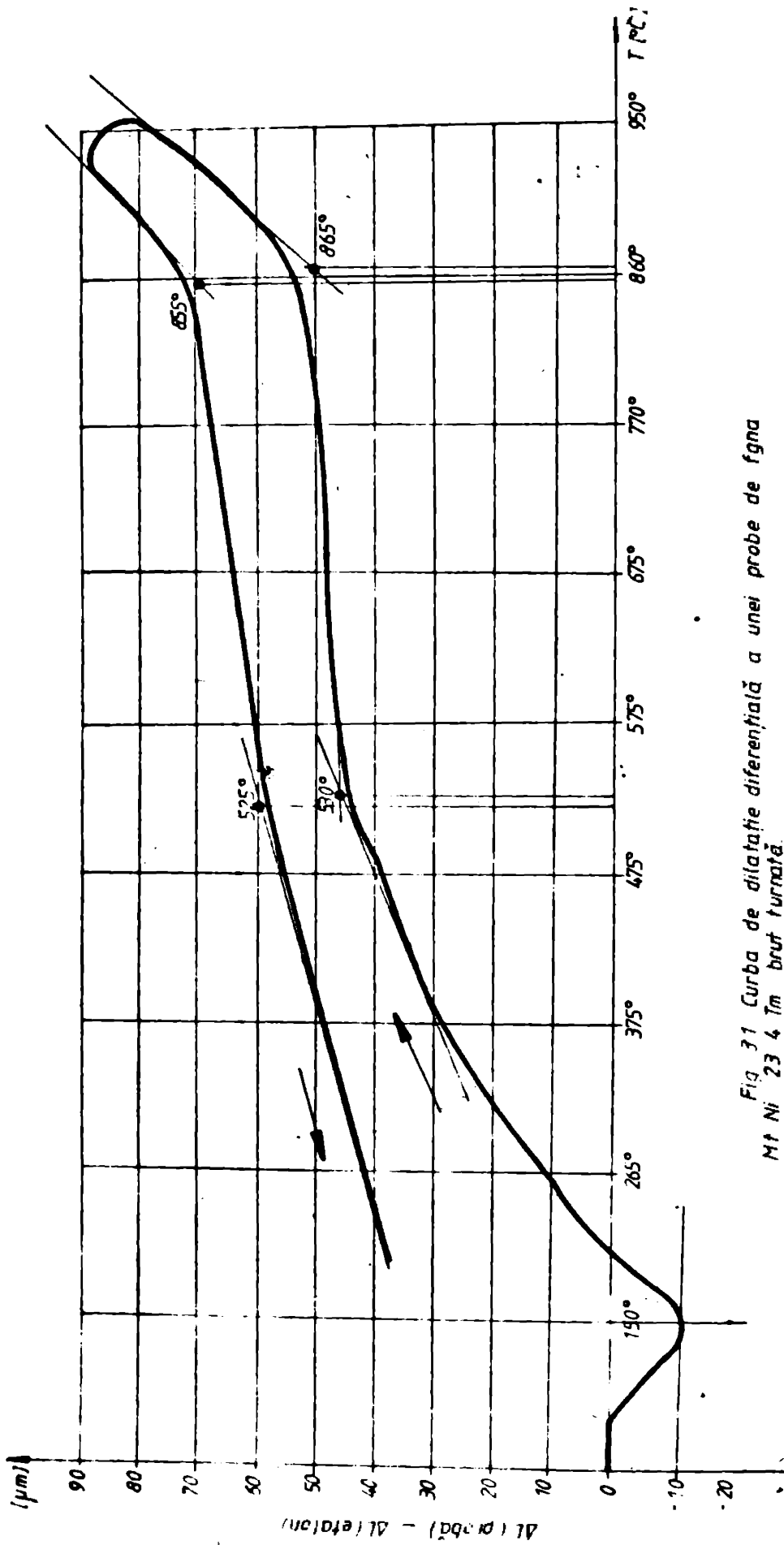


Fig. 31 Curba de dilatație diferențială a unei probe de foga
Ni 23.4 Mn brut turnată.

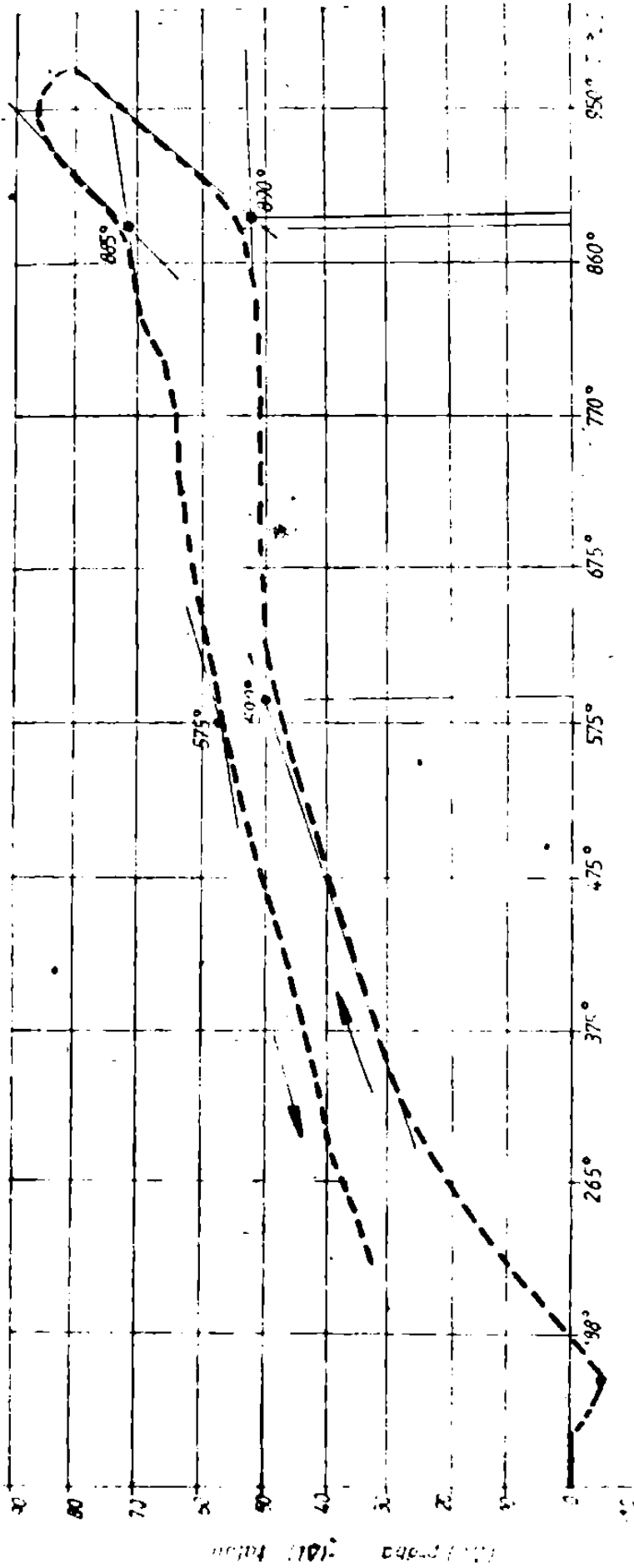


Fig. 3.2. Curba de dilatare diferentia \tilde{L} a probei studiate la fig. 3.1

Folosind curbile de dilatare diferențiale se pot determina coeficientul de dilatație linear al IZ-MI 23.4 -2a elaborate pe intervalul de temperatură 20° - 900°C, folosind relația:

$$\alpha_{T_1}^{T_2} = \frac{y_2 - y_1}{K \cdot l_{\text{eprov.}} \cdot (T_2 - T_1)} + \alpha_{T_1}^{T_2} \text{ etalon}$$

unde:

$\alpha_{T_1}^{T_2}$ = coeficient de dilatare în intervalul de temperaturi $T_1 - T_2$;

$y_1; y_2$ = ordonatele corespunzătoare celor două temperaturi considerate;

K = coeficientul de amplificarea și instabilități; $K = 2000$;

$l_{\text{eprov.}}$ = lungimea epruvetei; $l_{\text{eprov.}} = 25 \text{ mm.}$;

$\alpha_{\text{etalon}}^{T_2}$ = coeficientul de dilatare al etalonului în domeniul de temperaturi considerat.

Rezultă, pentru intervalul 20°... 900°C un coeficient:

$$\alpha_{20}^{900} = \frac{87 - 0}{2000 \cdot 25(900-20)} + 1,93 \cdot 10^{-6} = 18,842 \cdot 10^{-6}$$

3.3. Corectarea modificărilor structurale la temperaturi ridicate a IZ-MI 23.1-2a elaborate.

Pentru a pune în evidență modificările structurale care se produc la încălzire evidentă la curbile de dilatare diferențiale s-au efectuat corectări metale. Aceste probe sunt turnate, la microscopul metalografic pentru temperaturi ridicate IZ-2 cu camera „vacuotherm 2 BHC” în cadrul I.C.P.S.C. București.

Prime probe s-au produs la temperaturi inițiale de 20°C după care s-au urmărit modificările structurale la încălzire după graficul din figura 3.3. După efectuarea răcirii din serie I-a fig.3.4. încălzirea s-a continuat până la încercarea toarnă, după care probele s-au răcit în condiții normale la temperaturi ambiante. După răcire și pregătire corectivă s-au făcut fotografiile 3.5. punându-se în evidență modificarea structurii în urma răcirii libere.

A doua probă s-a introdus în sta. în "11" atec chibrit
 pentru determinarea proporției medii de grafit pe analizatorul auto-
 matic "EPIQUANT". S-a lucrat în considerare 1 cm² pentru
 care s-au făcut două linii horizontale, determinându-se valorile din
 tabelul 3.1. Cu 111 o distribuție de 9,26 % grafit, din suprafața

Tabel 3.1. Distribuția nodurilor de grafit pe suprafața
 de 1 cm².

Nr. Linie	Diametrul nodului [μm]								Procent grafit
	3-4	6-	8-11	11-16	16-22	22-30	32-45	45-64	
1	-	-	1	1	2	-	-	2	12,0
2	-	-	-	-	-	-	-	1	4,7
3	-	-	-	-	-	2	-	-	5,2
4	-	-	-	-	-	-	2	1	13,1
5	-	-	-	-	-	-	1	-	3,2
6	1	-	-	-	1	1	-	-	5,6
7	-	1	-	-	-	1	1	1	12,4
8	-	-	-	-	2	-	1	1	13,3
9	-	-	-	-	-	-	1	-	4,1
10	-	-	-	-	-	-	2	1	13,4

statistică și un diametru mediu al nodulului de grafit de: $d_{med} = 30,7 \mu m$

Încălzirea s-a efectuat cu aceeași viteză, fără mențineri
 la 1140°C după care s-a practicat o răcire controlată (figura 3.5.1)
 Pentru acest ciclu s-au efectuat fotografiile din figura 3.6.

Întru verificarea formei și distribuției grafitului
 s-a fotografiat caroujoul de 1 x 1 cm² înainte de încălzire, a) și
 după încălzire, b); după încălzire + atec fry c); (fig.3.7).

Ordinea fotografiilor din cele două serii este tra-
 cută pe graficelr din figura 3.3.

În urma studierii fotografiilor realizate și a rezul-
 tatelor obținute pe analizatorul EPIQUANT se pot deduce următoarele:

1. Fonte elaborată se încălzesc ca distribuție de
 dimensiuni ale nodurilor de grafit în categoria Gnd 2 conform S100
 C -76 cu diametrul nodului de grafit cuprins între 26...40 μm.
 Distribuția de 9,26 % grafit confirmă compoziția chimică și nivel
 de 2,19 % în compoziție cu 3 % de grafit obținute;

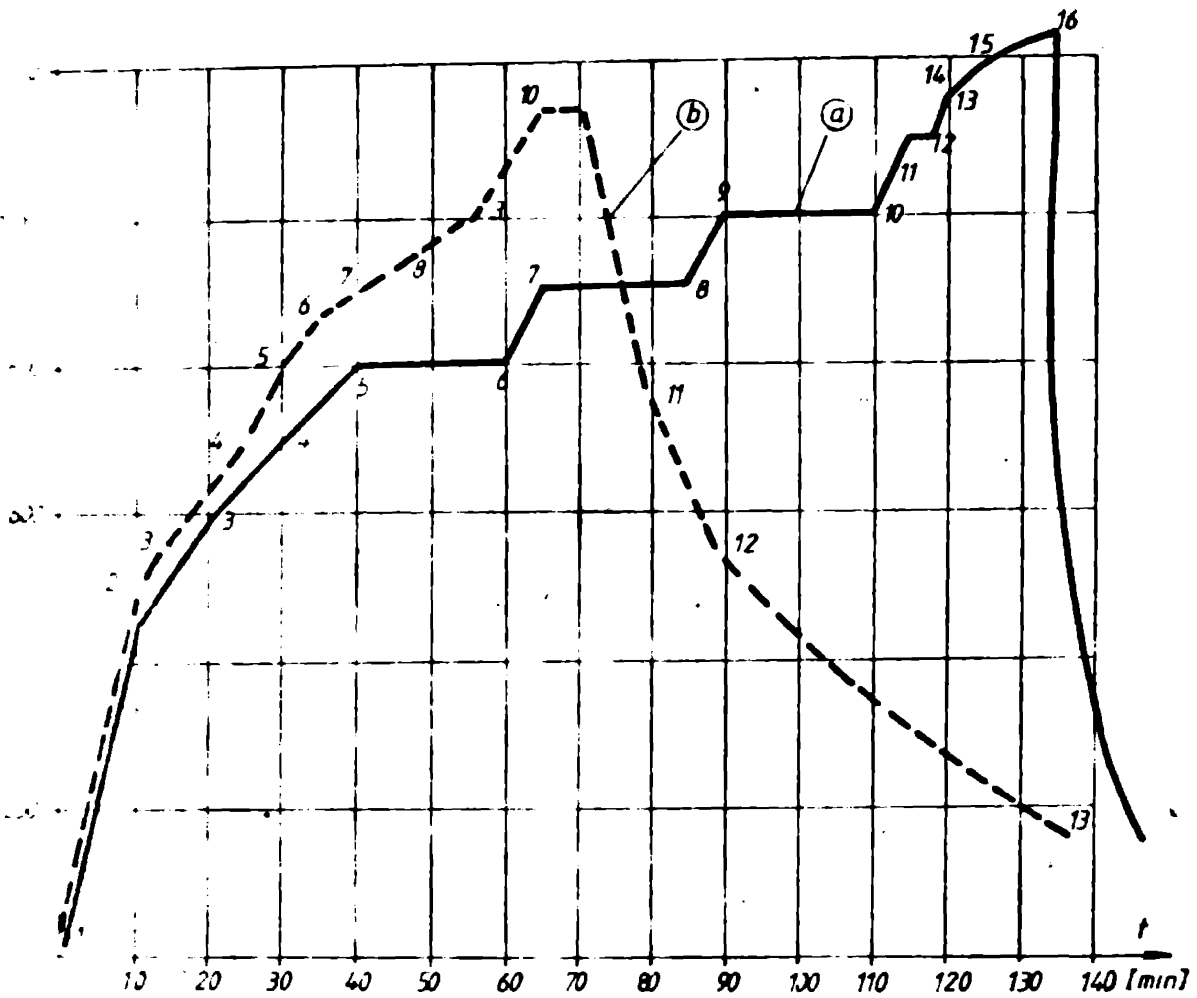


Fig 33 Ciclurile de încălzire și răcire realizate pe microscopul „REICHERT”

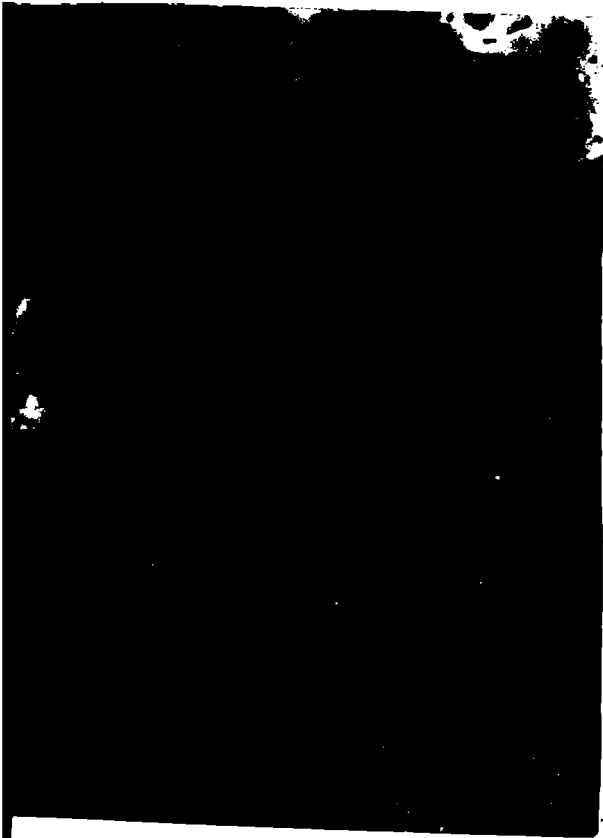
2. Până la 500°C nu se produce modificări de aspect, formă sau dimensiuni ale structurii consolidate, ceea ce conduce la concluzia că în aceste limite de dilatare nu se produce o contracție datorită temperaturii. Temperaturii sau cristalizării.

3. Atacul termic al ... de la 400°C ... pe ... nu încet de transformare ... 700°C - când atacul termic se termină, rămânând aceeași formă până la 1000°C .

4. De la 1000°C și până la topire aspectul este ... delimitând un interval fără modificări structurale.

5. La 1300°C începe schimbarea constituientului ... la limita dintre ... , ceea ce denotă că este un amestec ...

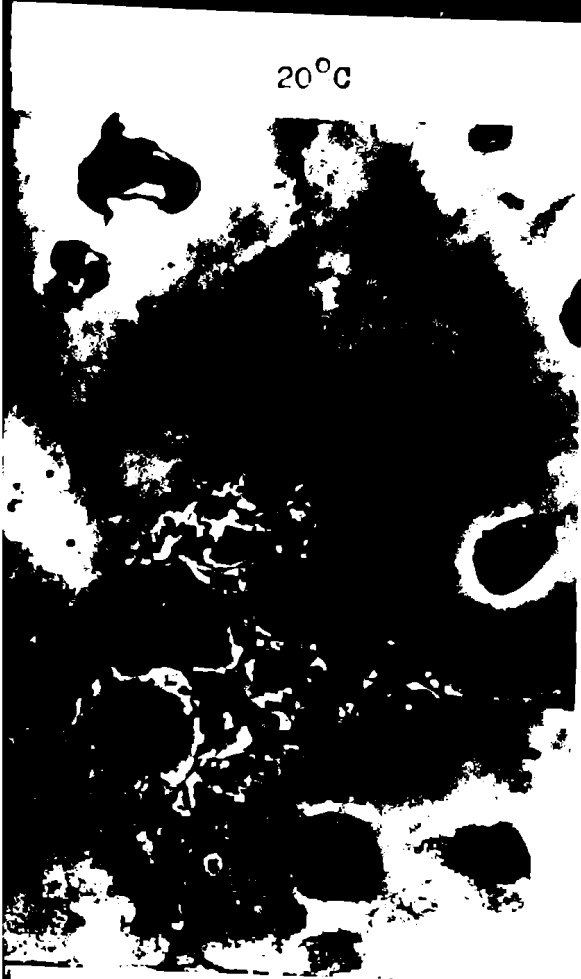
... / ...



20°C



450°C

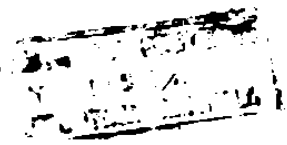


600°C



700°C

... / ... :





300°C/10'



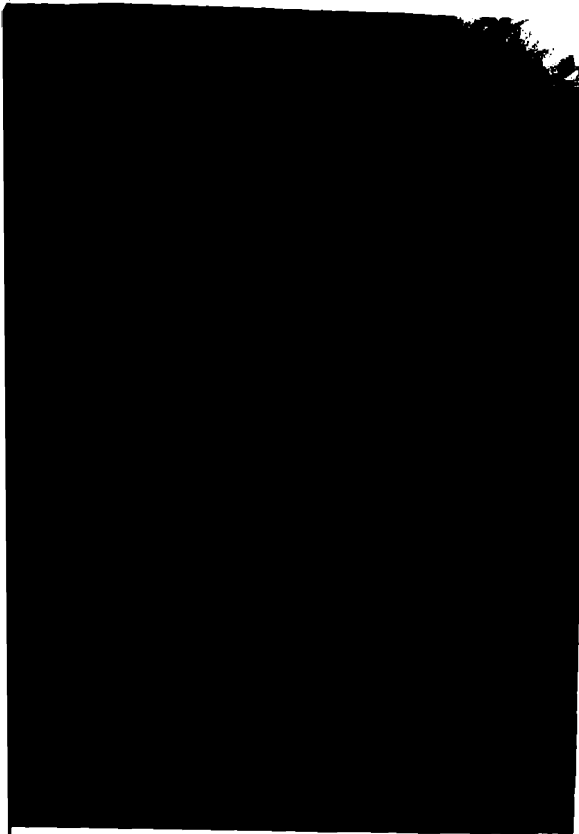
300°C/20'



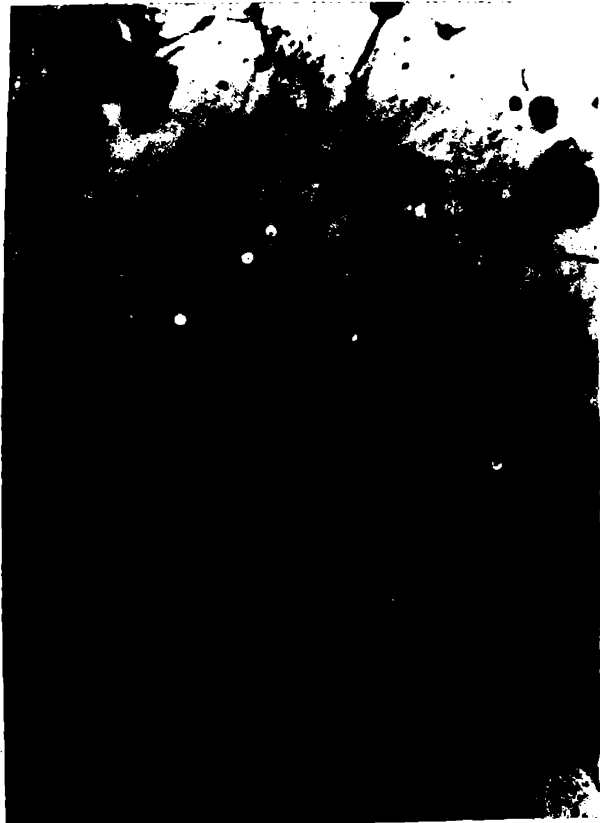
300°C



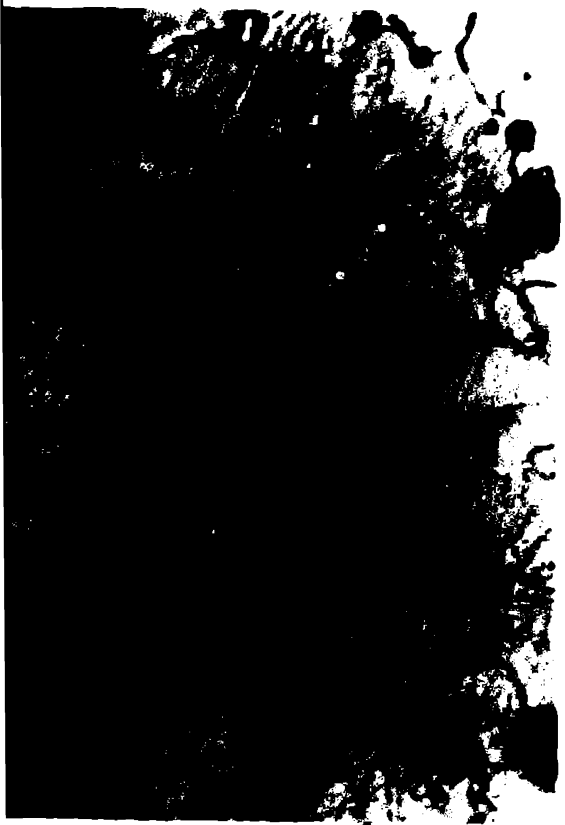
300°C/20'



1150°C



1180°C



1200°C



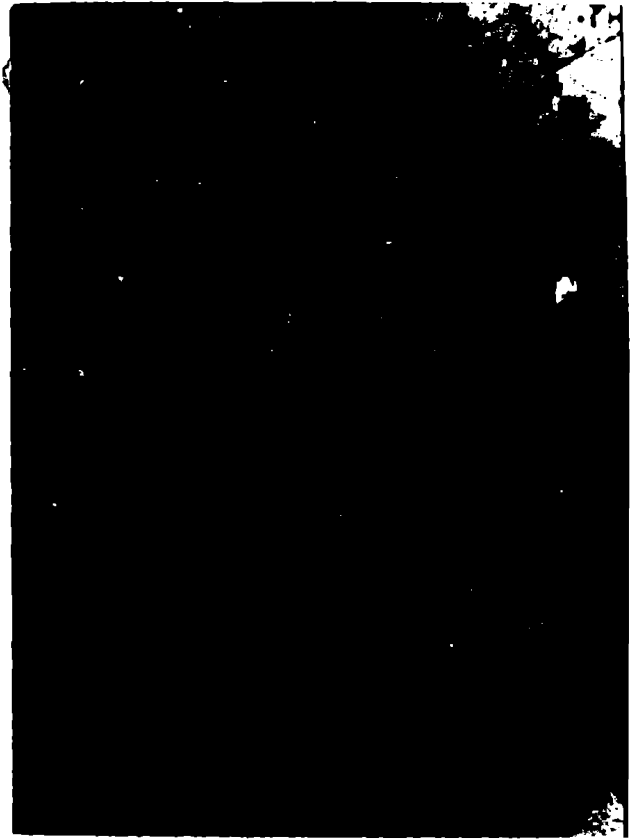
1250°C

Fig.3.4. Seria I-a de fotografii pe microscopul
la 250x la diferite temperaturi. x 250

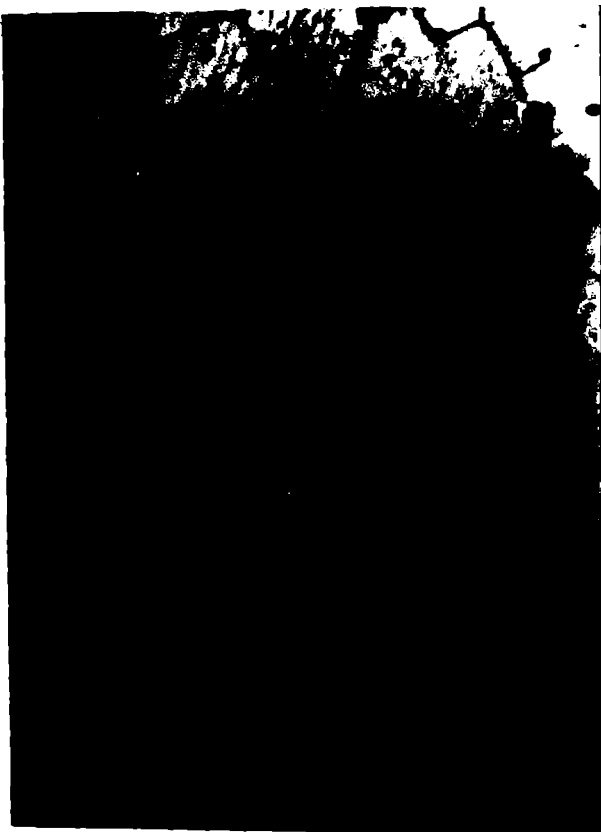
... / ...



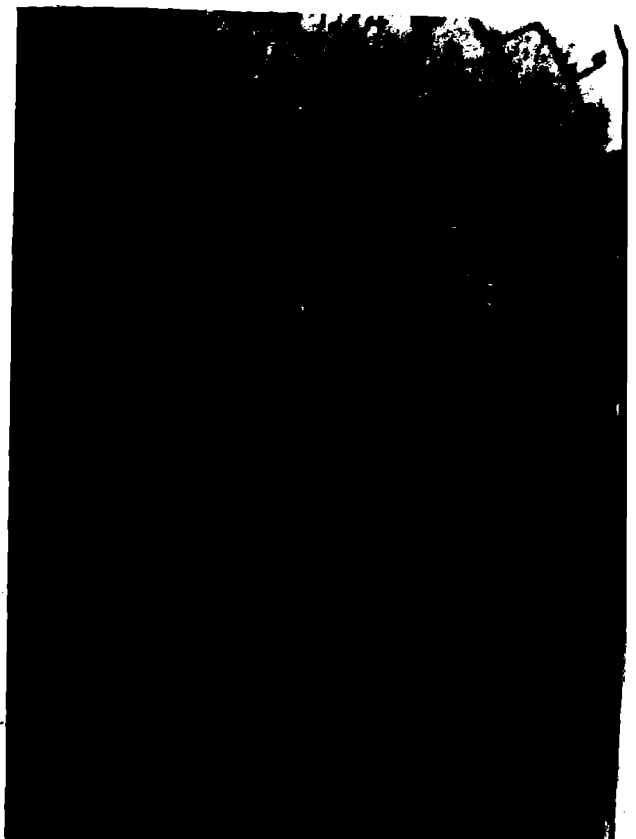
1000°C



1000°C/20'



1060°C



1100°C/2'

... / ...

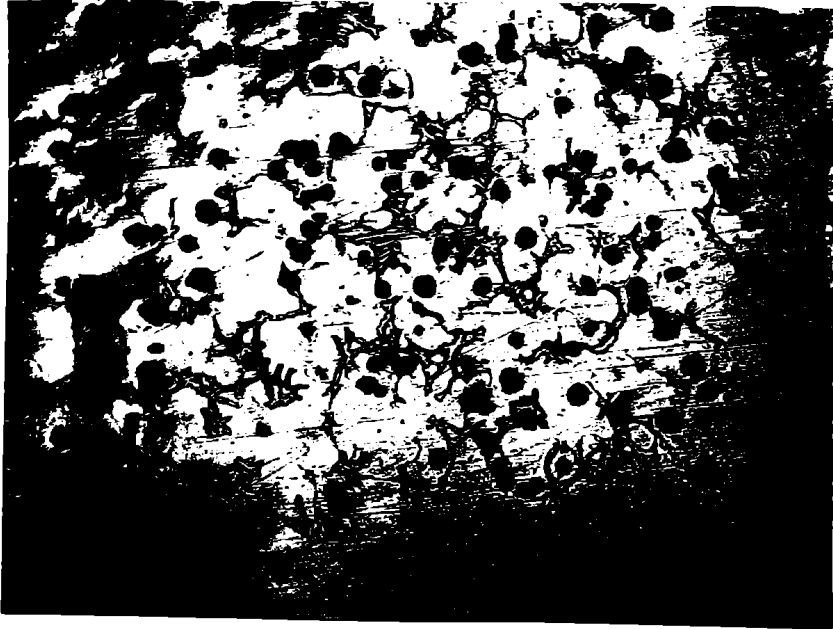
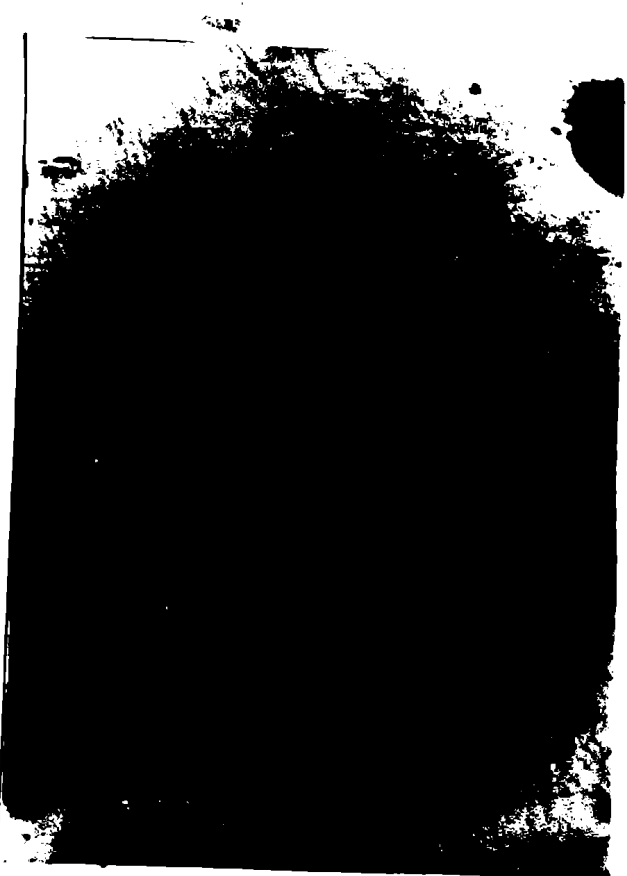


Fig. 3. . Structure probei studiate în serie.
— după răcire bruscă. x 50



200°



500°



550°

690°

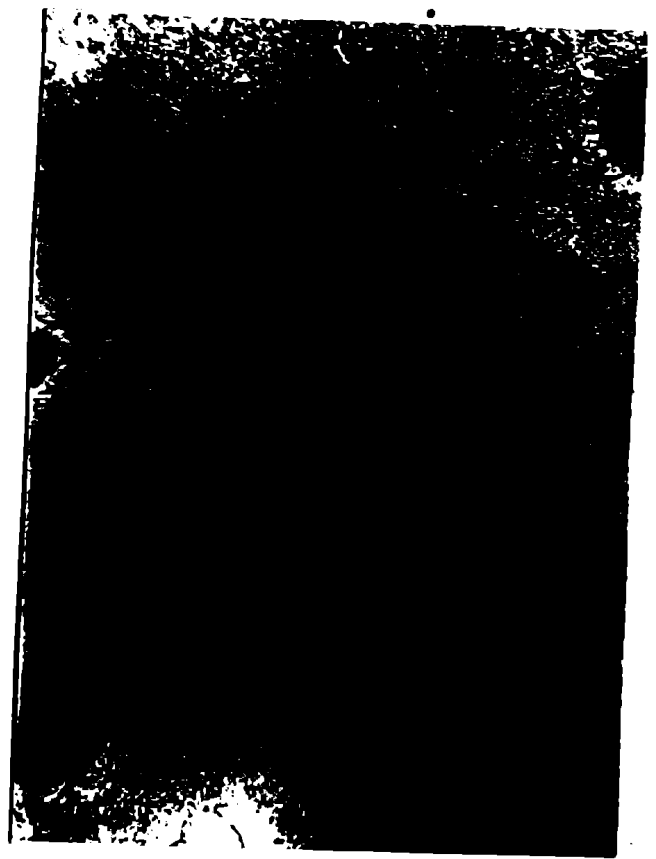


300°

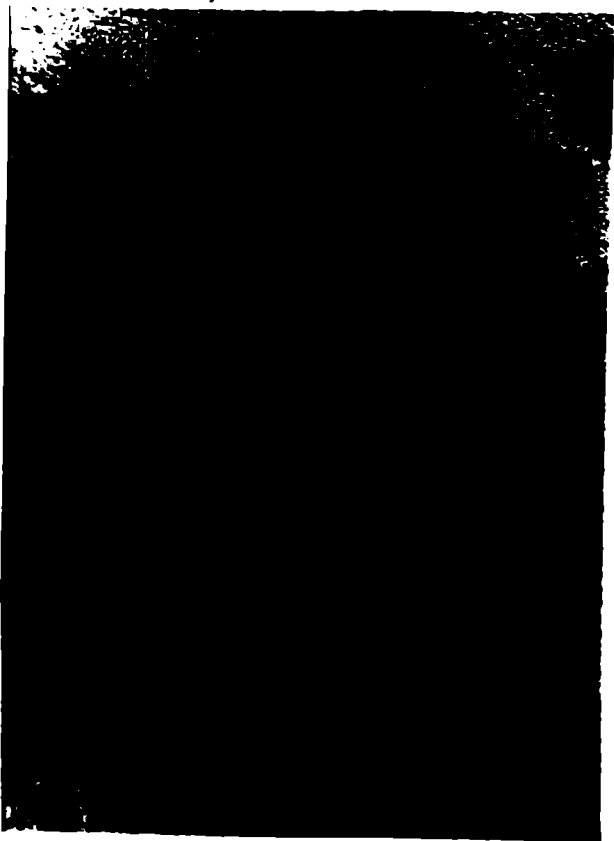
875°



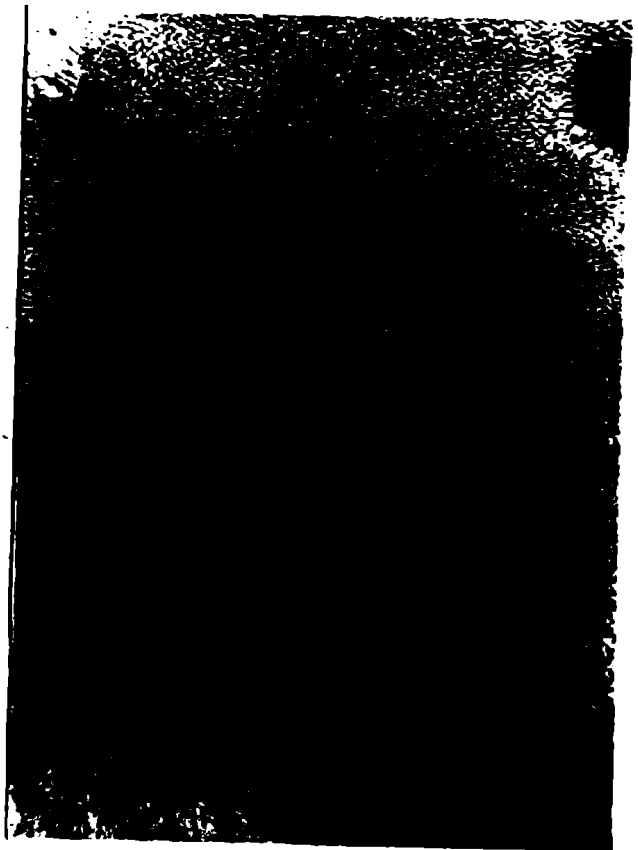
900°



925°



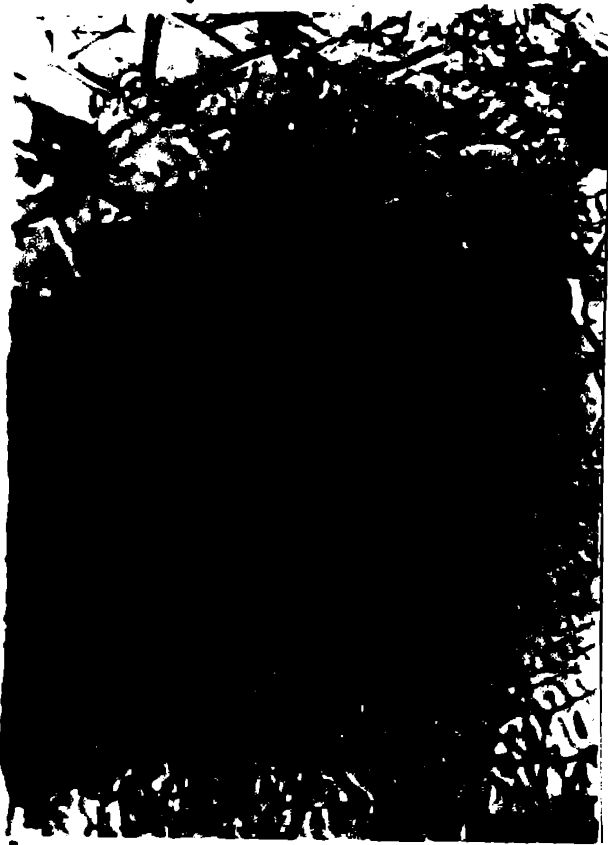
1000°



1140°

... / ...

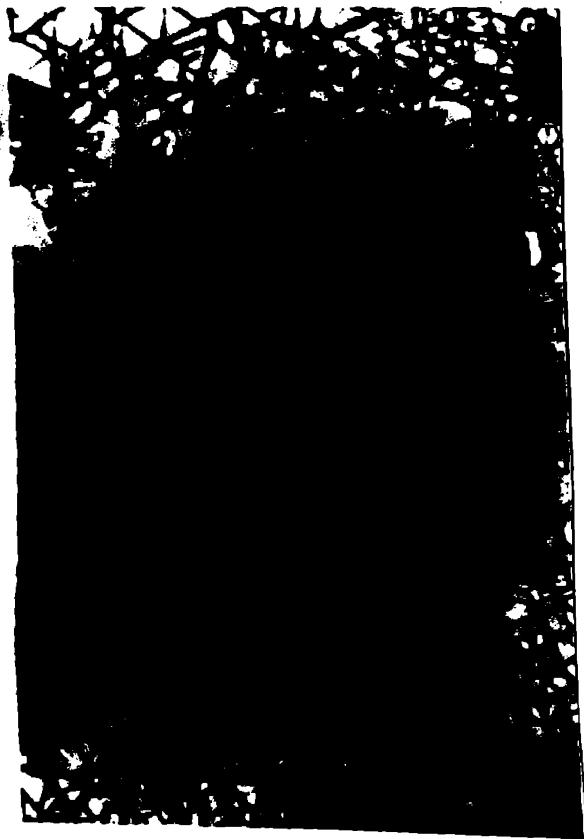




90°



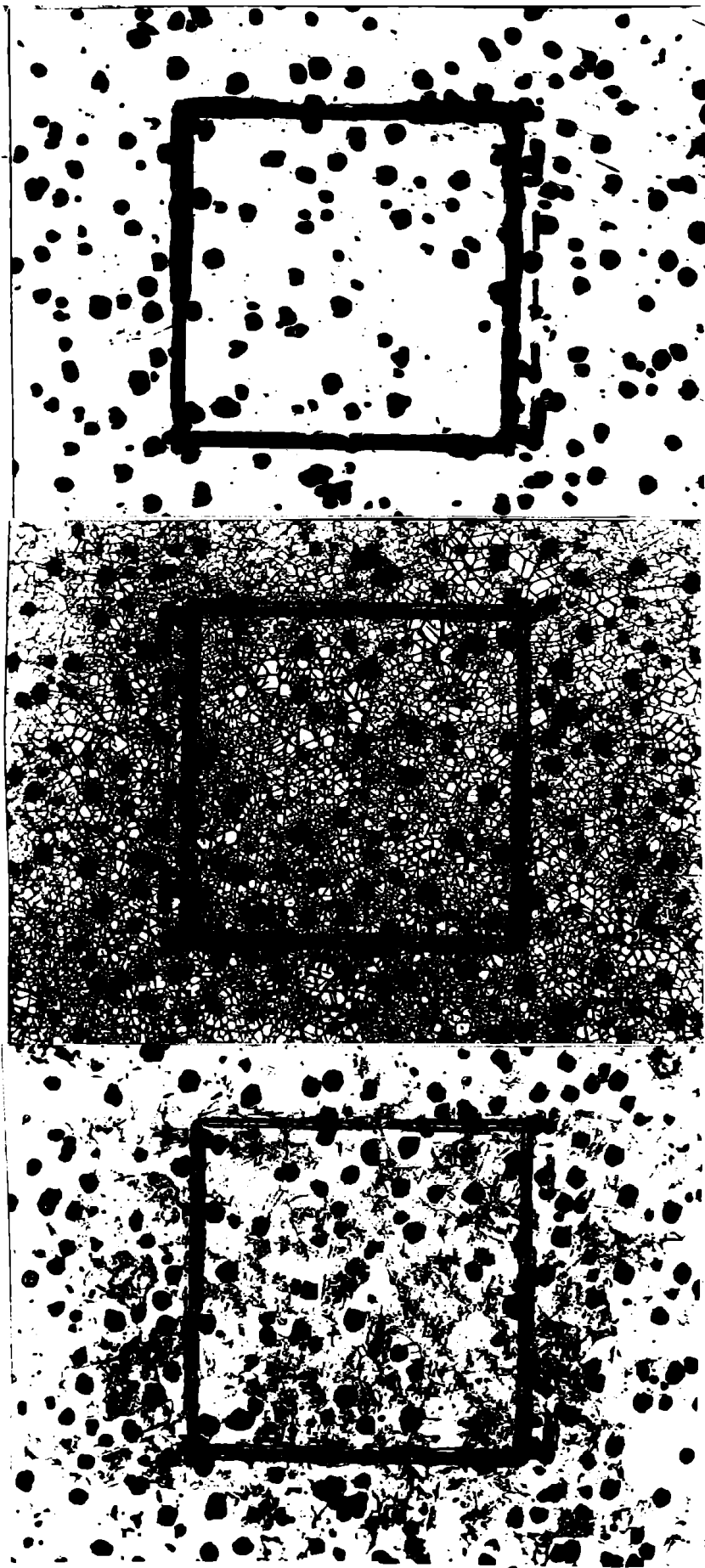
540°



170°

Fig. 3.6. Serie
a filozofii fotografii pe
microscopul RAICHERT la
diferite temperaturi
x 250.

... / ...



a)

b)

c)

Fig. 5.7.-Caroiașul de $1 \times 1 \text{ mm}^2$ studiat pe analizorul
 S.A.P.: a) inițial; b) după ciclul de încălzire și răcire-seria a
 c) după ce a fost tratat cu t. frig. $x = 50$

... / ...

6. Pe tot parcursul încălzirii cât și la răcire forma și distribuția nodurilor de grafit rămâne aceeași.

7. Atacul termic neuniform în intervalul 500°C - 900°C indică o repartitie neuniformă a carbonului în masa metalică, respectiv zone mai sărace în carbon din jurul nodurilor de grafit și zone mai bogate în carbon în grăunți și la limita dintre acestea. Evoluția atacului termic indică modul în care difuzează carbonul, întâi la suprafața studiată și apoi către limitele dintre grăunți și respectiv spre zonele mai sărace. După o menținere de 20 minute la 1000°C se obține o structură uniformă ceea ce marchează sfârșitul difuziei carbonului din matricea metalică (dinspre grăunții de austenită) spre suprafață, marginea grăunților și zonele sărace în carbon.

8. Urmărind zone amestecului mecanic de la limita grăunților care este studiat se observă primele modificări de aspect și formă la 500°C , la 900°C alte modificări, respectiv de lărgirea grăunților noi formați, ca apoi peste 1000°C să se definească și forma grafitului. Aceste etape indică existența în amestecul mecanic a mai multor tipuri de carburi care se descompun la temperaturi diferite.

9. Pe parcursul încălzirii, grafitul care nu a avut o formă nodulară corectă se rearanjează în așa fel încât să se așeze de o formă cât mai rotunjită (vezi fig. 3.1).

10. Grafitul provenit din dizolvarea carburilor și eliberat din cristalele bogate în carbon se reorganizează sub formă de cristuri, care la rândul lor se concentrează sub formă de nodule mici.

În urma coroborării datelor experimentale (dilato-gramă, microfotografii) cu datele teoretice cunoscute (diagrame de echilibru binare, ternare, proprietățile constituenților, etc.) se pot trage următoarele concluzii:

a) În piesele brat turnate se introduc tensiuni interne datorită eterogenității structurii și a deformării rețelei γ de către atomii de Ni, Mn, Si și C dizolvați în ea. Încălzirea conduce la diminuarea acestor tensiuni care se remarcă prin contracțiile din dilatogramă (fig. 3.1. și 3.4.). Faptul că sînt tensiuni interne este relevat și de dilato-gramă din fig. 3.2., care pentru aceeași probă, la o a doua încălzire a condus la o contracție mai mică decât prima dată și la o temperatură mai scăzută. Dacă ar fi fost un constituenț, fenomenul trebuia să se repete ca alu-

- și și valori.

b) Structura pieselor brut turnate este formată dintr-o matrice metalică sustentivă care include zone intercrystaline cu un conținut mecanic de tip eutectic și nodule de grafit. Acest conținut este format din δ + $(\text{Fe, Mn})_3\text{C}$ în limita compoziției chimice însoțite.

Se poate concluziona că structura IM-MI 23.4 - IM elaborată este formată dintr-o matrice metalică sustentivă aliată cu nichel, oțel, siliciu, un conținut mecanic de sustenție aliată cu grafit și nișuri de coagulări de grafit nodular.

Proportia acestor constituentele depinde de compoziția chimică și de viteza de răcire a pieselor turnate.

c) La răcire bruscă apar constituente noi - figura 2.1. au surdit și ridicate. Structura și compoziția acestora este studiată în capitolele 4 și 5 în urma microanalizelor chimice.

La răcire controlată în domeniul $1100^{\circ} \dots 800^{\circ}\text{C}$ se obține o structură obținută, chiar dacă $V_{\text{răcire}} > V_{\text{încălzire}}$. La răcire aliată apare în mod nodular de grafit, sustenție aliată și coagulările de grafit rezultate din descompunerea carbonilor.

3.4. Cercetări asupra tratamentelor aplicate IM-MI 23.4.-MI elaborate.

În vederea realizării a acestor tipuri de IM-MI variabile de temperatură se-au luat în considerare tratamentele termice de încălzire și de detensionare. De asemenea, în vederea studierii influenței tratamentului mecanic asupra proprietăților mecanice ale IM-MI elaborate s-au supus vibrodetensionării piesele brut turnate și o fabricare sudată.

3.4.1. Detensionarea și încălzirea aplicate pieselor elaborate.

S-au aplicat acestui tratament termic egantioane preelaborate din mabe brut turnate cu dimensiuni prismatice de $55 \times 11 \times 11$ mm, obținute de la un furnic pentru încercarea de încovoieră și de $\sigma_{\text{tracțiune}}$ (deși tratamentul).

Ciclurile de tratament termic sînt reduse în figura 2.1.

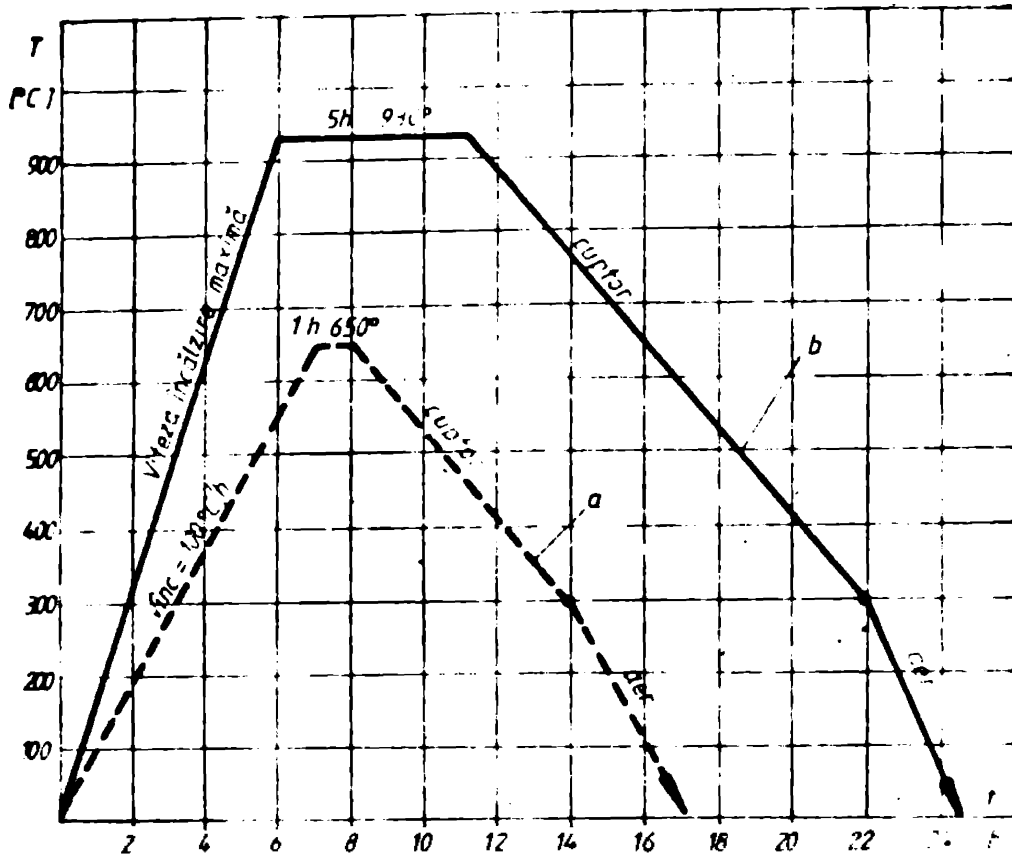


Fig. 4. Ciclurile termice de tratament
a) recepatate b) recepatate

După tratamentele termice aplicate s-au făcut microfotografiile din fig.3.9. și s-au determinat valori de duritate HB și reziliență.



a) Detensionat



b) Recapt

Figura 3.9. - Microstructuri obținute în urma tratamentelor termice a MI-MI 23.4 - Tm

Aspectul microstructural al probelor detensionate pun în evidență începutul transformărilor elementelor eutectice: lămurii intercristalin determinat la paragraful 3.3. prin delimitarea conturului acestuia. După recoacere se absorvă transformarea eutecticii în austenită și carbon difuzat la limita dintre grăunți.

Valorile de duritate care s-au obținut în urma măsurătorilor HB sînt trecute în tabelul 3.2. punîndu-se în evidență o scădere, a valorilor de duritate pentru probele recoapte față de cele brut turnate și detensionate.

Tip probă	Valori HB [daN/mm ²]	Media
Brut turnată	155, 170, 168, 170, 129, 161, 173, 162, 161, 158	161,00
Detensionată	138, 143, 142, 148, 148, 154, 143, 148, 138	148,00
Recoaptă	134, 136, 136, 138, 138, 134, 138, 134, 134	135,65

de cele brut turnate și detensionate.

Rezultatele încercărilor de încovoiere prin șoc realizate în condițiile STAS 7511-81 și STAS 6833-79 sînt trecute în tabelul 3.3.

Datorită valorilor apropiate ale determinărilor nu s-au mai testat din punctul de vedere al credibilității datelor experimentale.

Tabelul 3.3. Valori de reziliență pentru oțelurile tratate termic.

Nr. crt.	Temp. de încov. [°C]	Felul tratamentului termic	Reziliența KCV [J/cm ²]			
			Valori determinate			Media
1	2	3	4	5	6	
1.	+ 20	DT	29,4	35,7	33,5	32,9
2.		R	33,1	33,0	32,1	32,7
3.	- 50	DT	27,4	35,8	-	31,65
4.		R	39,5	41,8	-	40,65
5.	-100	DT	29,5	27,1	37,0	31,2
6.		R	38,0	41,7	40,5	40,1
7.	- 150	DT	27,1	27,2	30,8	28,4
8.		R	44,4	37,0	44,3	41,9
9.	- 196	DT	27,0	23,7	19,7	23,5
10.		R	37,1	36,0	44,3	39,1

Notă: DT = detensionare; R = recoacere.

... / ...

Variația rezilienței, funcție de temperatura de încercare este prezentată în fig. 3.10, pe care s-a trasat, pentru comparație și curba obținută la probele brut turnate.

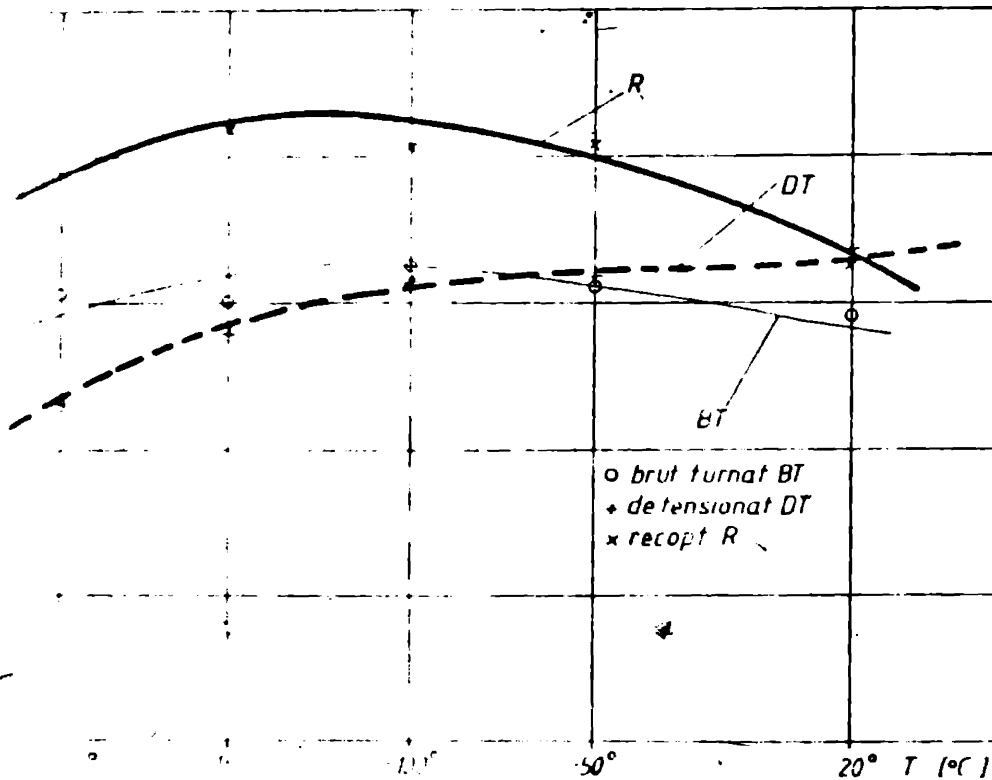


Fig. 3.10 Variația rezilienței funcție de temperatura de încercare

Se observă o diferențiere accentuată între curbele DT și R proporțională cu scăderea temperaturii de încercare.

În comparație cu măsurătorile pe probe brut turnate (BT), rezultatele obținute pentru detensionare (DT) și recoacere (R) sînt diferite. Detensionarea influențează pozitiv tenacitatea probelor brut turnate numai pentru temperaturi mai mari de -75°C ; pe cînd recoacerea ridică valorile de reziliență cu aproximativ 33 % peste valorile măsurate pe probe brut turnate.

Se poate spune că modificarea structurii prin recoacere conduce și la modificarea (pozitivă) a tenacității.

3.4.2. Vibrodetensionarea probelor din fonta elaborată.

Vibrodetensionarea unei probe brut turnate din
tabelul 3.4 - Ea s-a efectuat cu o instalație de detensionat prin vi-
brații produsă de CCSIT - Electroputere Craiova, pentru repere pînă
la 20 t.

Proba a fost fixată între vibrator și o placă din
AL 52 de aproximativ 2 t. cu ajutorul a doi clești cu șurub (fig.11).
Direcțiile axelor probei și vibratorului au fost înclinare una față
de alta și ambele față de marginea tablei pentru a permite vibrarea
corespunzătoare a piesei (nu după direcții paralele sau perpendicu-
lare). În urma vibrării, în conformitate cu instrucțiunile instala-
ției, s-a întocmit fișa tehnologică din tabelul 3.4 redat mai jos.

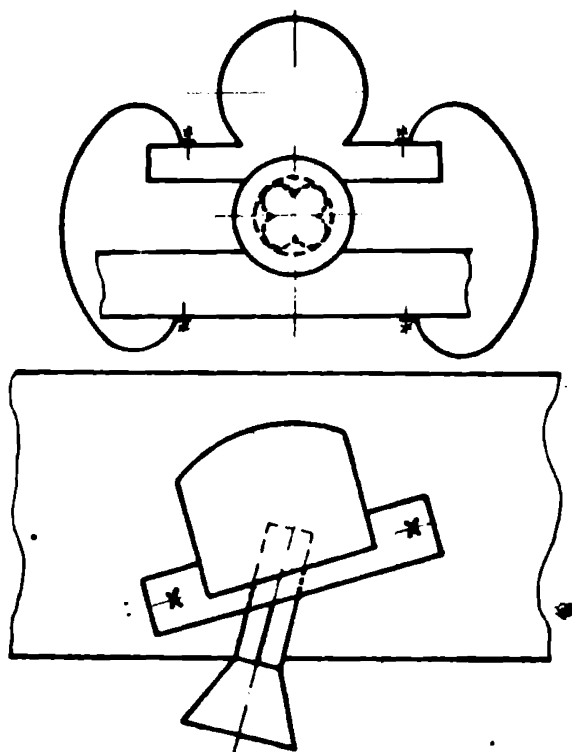


Fig. 311

Modul de fixare al probei brut turnate
pentru vibrodetensionare

... / ...

Tabelul 3.4. Parametrii înregistrați pentru tratamentul de vibro-detensionare.

Nr. crt.	Turație vibrator [rot/min]	Imotor inițial [A]	Imotor final [A]	Timp [min]	Observații
1.	1500	4,2	4,2	10	↑
2.	2350	5,5	6,6	10	
3.	2650	4,0	3,8	20	
4.	3350	5,4	4,8	10	
5.	3500	5,9	5,0	20	
1.	2100	4,3	3,8	15	↑
2.	2400	8,0	8,1	30	
3.	2500	9,6	9,7	5	
4.	2950	3,9	3,3	5	
5.	3200	4,4	4,3	10	

S-au efectuat două vibrații cu prinderea probei în două poziții diferite. Pentru evitarea influenței pieselor învecinate, placa de oțel pe care s-au fixat proba și vibratorul a fost sprijinită pe 4 tampoane de cauciuc.

Sensul de determinare a modului de variație a curentului absorbit de vibrator este de la turația maximă la cea minimă (după sensul indicat în tabelul 3.4). Turațiile determinate reprezintă vârfuri de rezonanță ale sistemului format de vibrator, probă, placă de prindere.

Din proba turnată s-au prelucrat epruvete longitudinale de 55 x 10 x 10 destinate încercării la încovoiere prin șoc la diferite temperaturi. Valorile de reziliență KCV sînt trecute în tabelul 3.5.

Tabel 3.5. Valori de reziliență KCV pentru probe vibrodetensionate

Nr.	Temp. de încercare [°C]	Reziliența KCV [J/cm ²]			
		Valori determinate			Media
1.	+ 20	34,4	32,0	32,3	33,0
2.	- 50	38,4	38,4	34,4	37,0
3.	- 100	37,6	23,2	30,4	30,4
4.	- 150	36,0	26,4	28,0	30,4
5.	- 196	28,0	30,4	33,6	30,6

Datele experimentale au fost verificate din punct de vedere statistic, conducând la concluzia că satisfac un nivel de încredere de 0,9.

Folosind valorile determinate din tabelul 3.5. Se trasează graficul de variație al rezilienței KCV, funcție de temperatura de încercare (VDT), comparativ cu probele brut turnate, detensionate și recoapte.

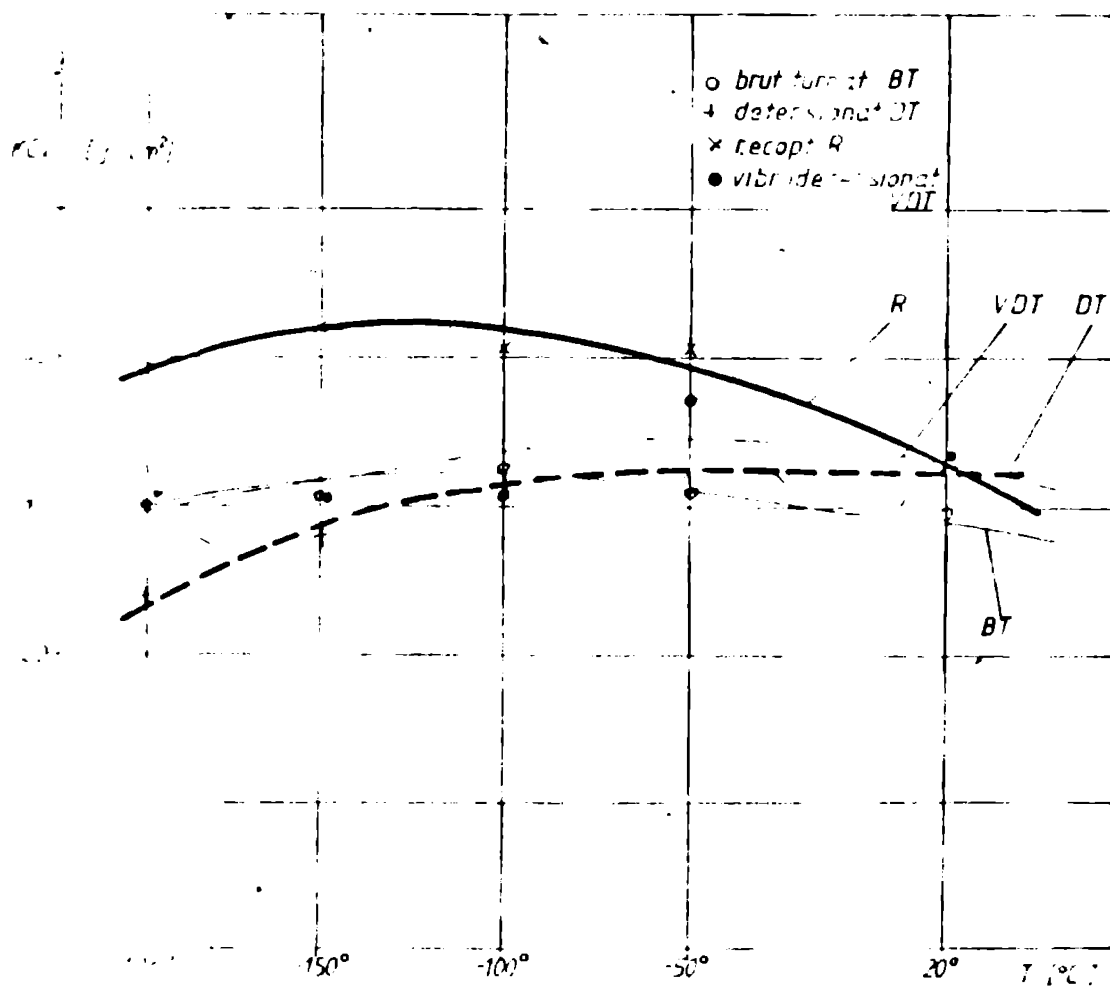


Fig. 11) Variația KCV la probe tratate termic și vibrodensitate

Se observă că influența vibrodensității nu este semnificativă la temperaturile de lucru criogenice, cu toate că la temperatură ambiantă dă valori de reziliență superioare probelor brut turnate.

3.5. Concluzii.

Din compararea analizelor dilatometrice, micro-structurile la diferite temperaturi și proprietățile mecanice obținute la diferite tratamente aplicate fontelor elaborate se pot trage

... / ...

următoarele concluzii:

- Structura obținută prin turnare este formată dintr-o matrice austenitică bogat aliată și tensionată în care sînt înglobate nodule de grafit și amestecul mecanic eutectic intercristalin (austenită aliată + carburi complexe de tipul $(Fe,M)_3C$). Tensiunile interne specifice acestei structuri brut turnată sînt provenite din supralierea austenitei (tensiuni structurale în cristale de austenită), din apariția amestecului mecanic eutectic intercristalin și din procesul de turnare;

- tratamentul termic de detensionare la $650^{\circ}C$ elimină parțial tensiunile interne introduse de eutecticul intercristalin și procesul de turnare ceea ce conduce la valori mai mari de reziliență la $+20^{\circ}C$ față de probele brut turnate, în schimb instabilizează structura la temperaturii sub $-100^{\circ}C$.

- tratamentul termic de reîncălzire la $930^{\circ}C$ decompune eutecticul intercristalin și stabilizează austenita ceea ce conduce la o structură de austenită și grafit nodular cu valori de reziliență la temperaturi negative mai mari decât valorile obținute pe probe brut turnate și detensionate.

- Vibrodetensionarea elimină numai tensiuni interne provenite din procesul tehnologic de turnare, fapt ce conduce la o creștere îngoară a rezilienței la temperaturi negative pentru temperaturi mai mici, evoluția valorilor de reziliență este asemănătoare celor obținute și variație cu probele brut turnate. Probabil o vibrație a formelor în timpul turnării și vibrații ulterioare ale probelor brut turnate și detensionate vor fi mai eficiente decât tratamentul mecanic experimentat.

- modificările caracteristicilor mecanice determinate pe probele detensionate termic în raport cu temperaturile încercate sînt în concordanță cu aspectul metalelor și se determină prin creșterea temperaturii cît și prin tratamentul termic aplicat.

Se poate afirma că materialul 1.4 - este un metal metalic care recept la temperaturi joase. Formele de tratament aplicate (fig. 3.8) posedă calități de tenacitate acceptabile și la temperaturi mai mici de $-196^{\circ}C$.

COMPORTAREA METALURGICA LA SUDARE A FOSFELI SUBIATE

4.1. Necesitatea cunoașterii comportării metalurgice la sudare a MT-MI 23.4-1a elaborate.

Diversitatea implicațiilor acestui tip de fontă în
relația diferită de... metalice care să lucreze în domeniul
de temperatură în sudare a defectelor de turnare a
fontelor. Căci comportării metalurgice la sudare
pot să evidențieze comportării la sudare a
MT-MI 23.4-1a... două direcții diferite de cercetare
sunt:

1. Cercetarea comportării metalurgice la sudare
prin simularea ciclurilor termice specifice;
2. Cercetarea comportării metalurgice la sudare
prin simularea defectelor de sudare și materiale de adăos.
S-au ales două direcții de investigație pe baza
relației rezultate și stabilirea unui procedeu optim de realizare
a unor îmbinări sudate din acest tip de fontă.

4.2. Cercetări asupra comportării metalurgice la sudare prin simulare de cicluri termice.

Pe parcursul realizării unor îmbinări sudate inter-
vin diferite solicitări termice și procedee de sudare, care în
realitate sunt caracterizate prin cicluri termice punctiforme deplă-
cate la viteză. Principalele procedee de sudare recomandate pentru
realizarea îmbinărilor sudate din acest tip de fontă folosesc ca
sursă termică arcul electric.

Caracteristic pentru ciclurile termice parcurse în
sursa cu arc electric este, ca, atât vitezele de încălzire cât
și cele de răcire, sunt foarte mari și atât foarte mari în comparație
cu cele întâlnite în tratamentele termice (figura 4.1.).

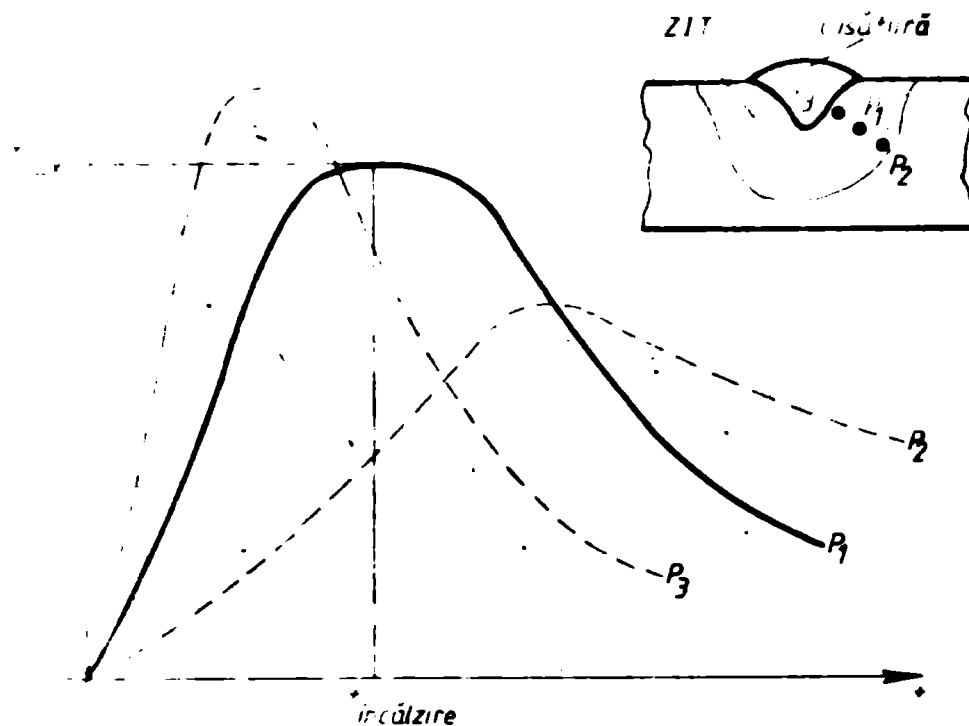


Fig 43 Ciclul termic într-un punct din ZIT la sudarea cu arc electric

Linia modernă la stabilirea procesului tehnologic optim de sudare se bazează pe posibilitățile mereu crescânde de a se determina a structurii metalografice din diferitele zone ale îmbinării sudate și implicit a însușirilor tehnice ale acestor zone sudate și în ansamblu. O asemenea analiză este posibilă dacă:

- = se pot urmări pe cale de calcul analitic, grafic sau experimental ciclurile termice parcurse de diferitele zone ale îmbinării;
- = se cunosc modificările structurale ale materialului în urma acestor cicluri;
- = se dispune de datele privind însușirile tehnice ale diferitelor structuri apărute în urma transformărilor structurale etc.

Ciclurile termice desfășurate în ZIT se pot reproduce experimental cu ajutorul simulatoarelor de cicluri termice, care introduce în epruvetele special pregătite, energia calorică cu care degajate în timpul sudării. Se obține astfel un material de bază uniform afectat de ciclul termic reprodus cu parametri dorțiți. În urma simulării ciclurilor termice se scrie pe epru-

vare speciale se pot datora modificărilor de structură și a
trăzităților prin răstăieri și încercări adecvate.

Formele de la cele enumerate mai sus, în cele ce
urmează se pot realiza prin modificările produse în SIT la sudarea H-1
și H-2, prin simularea unor cicluri termice de sudare (cazul S
și prin suprapunerea pe aceste cicluri a unui tratament termic
de întensificare (cazul S + D) în vederea stabilirii comportării
aproximative la sudare a acestor fontă.

4.2.1. Probe și regimuri folosite.

Epruvetele au fost decupate din probele brut turnate
pentru a avea un coeficient de verdicitate cât mai ridicat, cu
dimensiuni de 11 x 11 x 59 pentru a se putea executa epruvete pen-
tră încercări de încovoiere prin șoc.

Caracteristicile fizice necesare simulării cicluri-
lor termice, pentru care s-au elaborat au fost:

- densitatea : $\gamma = 7,436 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.
- temperatura de topire: $T_{top} = 1230^\circ\text{C}$.
- căldura specifică: $c_p = 0,116 \text{ cal./g.}^\circ\text{C}$.
- conductivitatea termică: $\lambda = 0,32 \text{ w/cm.}^\circ\text{C}$.
- difuzivitatea termică : $\alpha = 0,037 \text{ cm}^2/\text{s.}$
- capacitatea specifică : $\rho \cdot c_p = 8,65 \text{ j/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$.

pentru a se realiza condițiile necesare simulării ciclului termic de sudare s-au considerat
următoarele condiții:

a) Se realizează îmbinări cu electrozi cu diametri
de 1, 2,5 ... 4 mm., pe care corespund intensității de curent
de sudare : $I_y = 10 \dots 140 \text{ A}$.

b) Se consideră lungimea standard pentru un elec-
troz de 4,0 mm. și cașele de sudare cu deșeu de 50 mm (capătul
se prinde în pericetrod);

c) Timpul mediu de topire a unui electrod se are
în vedere : $t_{top} = 70 \dots 132 \text{ sec.}$; considerînd cîte o întrerupere de 5
în fiecare 30 mm. de material depus;

Temperatura de preîncălzire a fost aleasă în ca-
zul de studiu în literatură de specialitate (150°C [20] ; 350°C
[21]) și a stăruirii dilatareilor. Se poate menționa că pentru
... în general ... în cazul pentru funcționare înalt alite ...

sînt date relații de calcul al temperaturii de preîncălzire ca la oțeluri. Avînd în vedere cele enunțate mai sus și luînd în considerare că energiile liniare considerate pentru sudare sînt mai mici decît la oțeluri s-a ales o temperatură de preîncălzire cuprinsă între (200°... 225°C).

Ciclurile termice simulate au urmîrit acoperirea cu parametrii ciclurilor de sudare, atît din punct de vedere al nivelului temperaturii de încălzire (preîncălzire) cît și al vitezelor de încălzire și răcire pentru materialul considerat. În consecință s-au stabilit ciclurile termice avînd caracteristicile din figura 4.2. și valorile din tabelul 4.1.

Toate probele au fost controlate radiografic înainte de simulare pentru evitarea rezultatelor eronate datorate eventualelor defecte.

Din totalul de 130 probe simulate s-au oprit 12 bucati (cîte una pentru fiecare tip de ciclu termic simulat) pentru măsurători de duritate și analize metalografice, iar restul au fost încercate la încovoiere prin șoc la diferite temperaturi sub zero (-196; -150; -100; - 50; + 20°C.)

Tabel 4.1. Program de simulare.

Nr. crt.	Energie liniară [kg/cm.]	Tipul ciclului simulat	Temperatura de vîrf [°C]	Nr. epruvete
1.	7	Sudat (S)	900	14
2.			1000	9
3.			1100	9
4.	14	Sudat + detensionat	900	15
5.		(S + DT)	1000	9
6.			1100	9
7.	14	(S)	900	15
8.			1000	9
9.			1100	9
10.	14	(S + DT)	900	15
11.			1000	8
12.			1100	9

... / ...

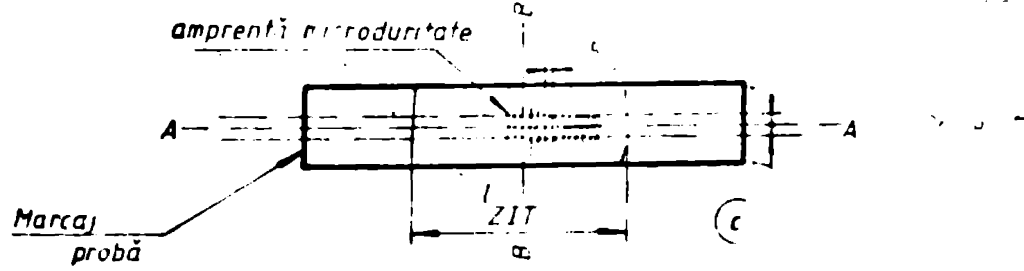
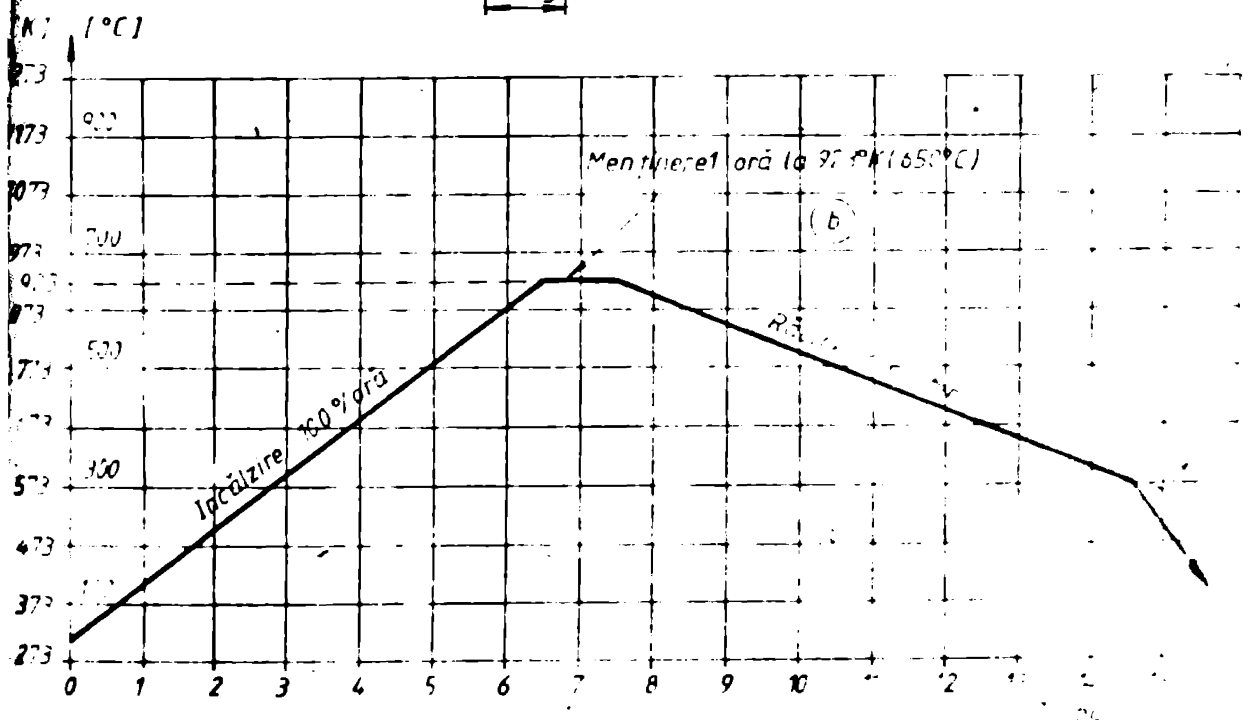
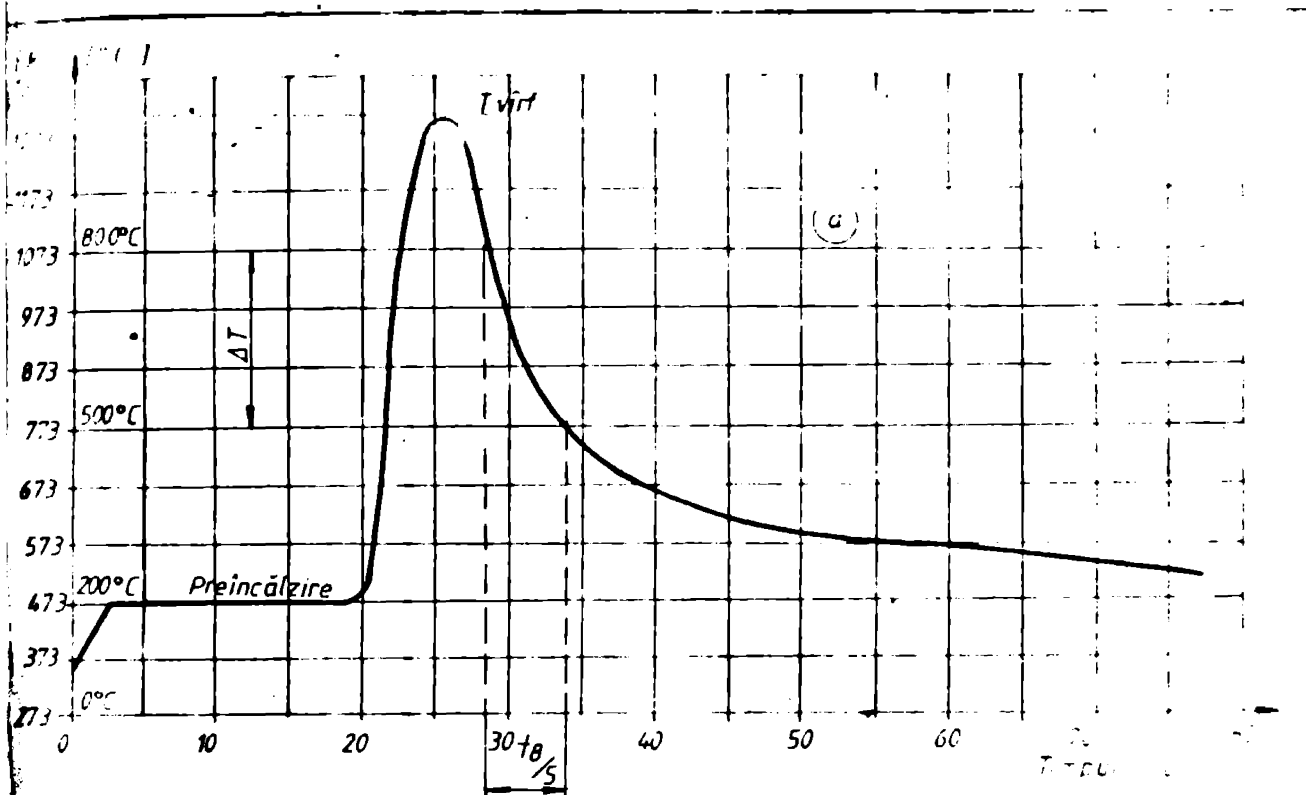


Fig 42 a) curba temperatură în timpul tratamentului termic simulat.
 b) tratamentul termic de dete
 c) modul de măsurare al distanței

1.2.2. Înălțimi de microbulăle pe probe sferice.

Determinările de duritate, în cazul probelor sferice, s-au efectuat conform STAS 492-7 folosind metoda Vic (cu o sarcină de 1 N (HV 0,1)).

Pentru verificarea modului în care centrul sferic de bază se modifică în funcție de ciclurile termice, s-au efectuat măsurători de microduritate la o penetrație cuprinsă între 0,02...0,05 mm. Valorile de duritate cuprinse între 100...300 unități. S-au măsurat și dimensiunile nodurilor de duritate pentru a determina influența acestora asupra durității metalice.

În urma măsurătorilor de duritate s-a constatat că valoarea de duritate este de 0,5...1 în plan A-A (Fig. 1.2.2.1, c) și de 1...2 în plan B-B (Fig. 1.2.2.1, d). Aceste valori sunt în concordanță cu datele de simetrie A-A la 1 mm și B-B la 2 mm. Probele de duritate au fost montate în dispozitivul de măsurători pe scară.

Dependența dintre duritate și temperatură s-a considerat pe baza trianghiului de duritate în plan transversal B-B. Determinarea dependenței de duritate HV 0,1 s-a efectuat, pentru fiecare valoare de duritate la următoarele niveluri:

- s-au alocat valori de duritate, în funcție de distanță, formându-se șirul:

Șirul de duritate, formându-se șirul:

$$a_1; a_2; a_3; \dots; a_n$$

- s-au determinat și valorile de duritate în funcție de trei termeni consecutivi, formându-se șirul:

$$b_1 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}; \quad b_2 = \frac{a_2 + a_3 + a_4}{3}; \quad \dots; \quad b_n = \frac{a_{n-2} + a_{n-1} + a_n}{3} \quad (6)$$

- cu șirul „b” s-a construit un șir de duritate, obținându-se șir „c”.

- repetându-se procesul de măsurare, s-au obținut valori ale durității cu care s-au trase curbile de duritate în funcție de distanță.

Spunându-se că duritatea este de 100...200 în cazul probelor de duritate la valoarea HV 0,1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24,0									
23,0	100	100							
22,0	100	100	147						
21,0	100	100	148	143					
20,0			149	148	149				
19,0	100	100	150	149	149	149			
18,0	100	100	151	149	149	149	149		
17,0	100	100	152	150	150	150	150	150	
16,0	100	100	153	151	152	152	152	152	
15,0	100	100	154	154	154	154	154	154	
14,0	100	100	155	156	156	156	156	156	
13,0	100	100	157	157	156	157	156	156	
12,0	100	100	158	158	158	158	158	158	
11,0	100	100	159	159	159	159	159	159	
10,0	100	100	160	160	160	160	160	160	
9,0	100	100	161	161	161	161	161	161	
8,0	100	100	162	162	162	162	162	162	
7,0	100	100	163	163	163	163	163	163	
6,0	100	100	164	164	164	164	164	164	
5,0	100	100	165	165	165	165	165	165	
4,0	100	100	166	166	166	166	166	166	
3,0	100	100	167	167	167	167	167	167	
2,0	100	100	168	168	168	168	168	168	
1,0	100	100	169	169	169	169	169	169	
0,0	100	100	170	170	170	170	170	170	
	100	100	171	171	171	171	171	171	
	100	100	172	172	172	172	172	172	
	100	100	173	173	173	173	173	173	
	100	100	174	174	174	174	174	174	
	100	100	175	175	175	175	175	175	
	100	100	176	176	176	176	176	176	
	100	100	177	177	177	177	177	177	
	100	100	178	178	178	178	178	178	
	100	100	179	179	179	179	179	179	
	100	100	180	180	180	180	180	180	
	100	100	181	181	181	181	181	181	
	100	100	182	182	182	182	182	182	
	100	100	183	183	183	183	183	183	
	100	100	184	184	184	184	184	184	
	100	100	185	185	185	185	185	185	
	100	100	186	186	186	186	186	186	
	100	100	187	187	187	187	187	187	
	100	100	188	188	188	188	188	188	
	100	100	189	189	189	189	189	189	
	100	100	190	190	190	190	190	190	
	100	100	191	191	191	191	191	191	
	100	100	192	192	192	192	192	192	
	100	100	193	193	193	193	193	193	
	100	100	194	194	194	194	194	194	
	100	100	195	195	195	195	195	195	
	100	100	196	196	196	196	196	196	
	100	100	197	197	197	197	197	197	
	100	100	198	198	198	198	198	198	
	100	100	199	199	199	199	199	199	
	100	100	200	200	200	200	200	200	

... ..

0	1	2	3	4	6	7	8	9	
37.	- 3,0	229	246	249	252	254	254	255	255
38.	- 2,5	262	253	256	257	258	259	260	260
39.	- 2,0	268	268	265	266	266	266	266	266
40.	- 1,5	274	273	276	275	274	273	272	272
41.	- 1,0	278	286	284	282	280	278	277	276
42.	- 0,5	305	292	286	284	283	281	280	279
43.	- 0	293	280	282	281	281	281	280	280
44.	+ 0,5	241	273	274	277	278	279	280	280
45.	+ 1,0	285	270	276	277	278	279	280	280
46.	+ 1,5	284	286	281	281	281	281	281	281
47.	+ 2,0	288	288	287	285	283	282	281	281
48.	+ 2,5	293	287	286	284	283	281	280	279
49.	+ 3,0	281	283	279	279	278	278	277	276
50.	+ 3,5	275	268	271	271	272	272	272	272
51.	+ 4,0	247	263	264	266	266	267	267	266
52.	+ 4,5	268	262	264	262	262	261	260	259
53.	+ 5,0	272	267	259	257	254	252	250	249
54.	+ 5,5	260	249	247	243	242	238	236	235
55.	+ 6,0	215	226	222	222	220	219	218	217
56.	+ 6,5	202	193	196	191	197	197	198	198
57.	+ 7,0	160	170	170	173	175	177	178	179
58.	+ 7,5	149	149	153	155	158	160	162	164
59.	+ 8,0	138	141	143	145	147	149	151	152
60.	+ 8,5	137	139	140	141	142	143	144	145
61.	+ 9,0	143	140	140	140	140	140	141	141
62.	+ 9,5	141	140	139	139	139	139	139	139
63.	+ 10,0	136	138	138	139	139	138	138	138
64.	+ 10,5	137	137	137	137	137	137	137	137
65.	+ 11,0	135	136	136	136	136	136	136	136
66.	+ 11,5	137	133	136	136	136	136	136	136
67.	+ 12,0	128	139	137	137	137	137	137	137
68.	+ 12,5	151	137	138	137	137	137	137	137
69.	+ 13,0	132	139	136	136	136	136	136	136
70.	+ 13,5	135	132	135	135	135	135	135	135
71.	+ 14,0	129	134	133	134	134	134	134	134
72.	+ 14,5	137	134	135	134	134	134	134	134
73.	+ 15,0	136	137	134	134	134	134	134	134
74.	+ 15,5	138	131	133	133	133	133	133	133

... / ...

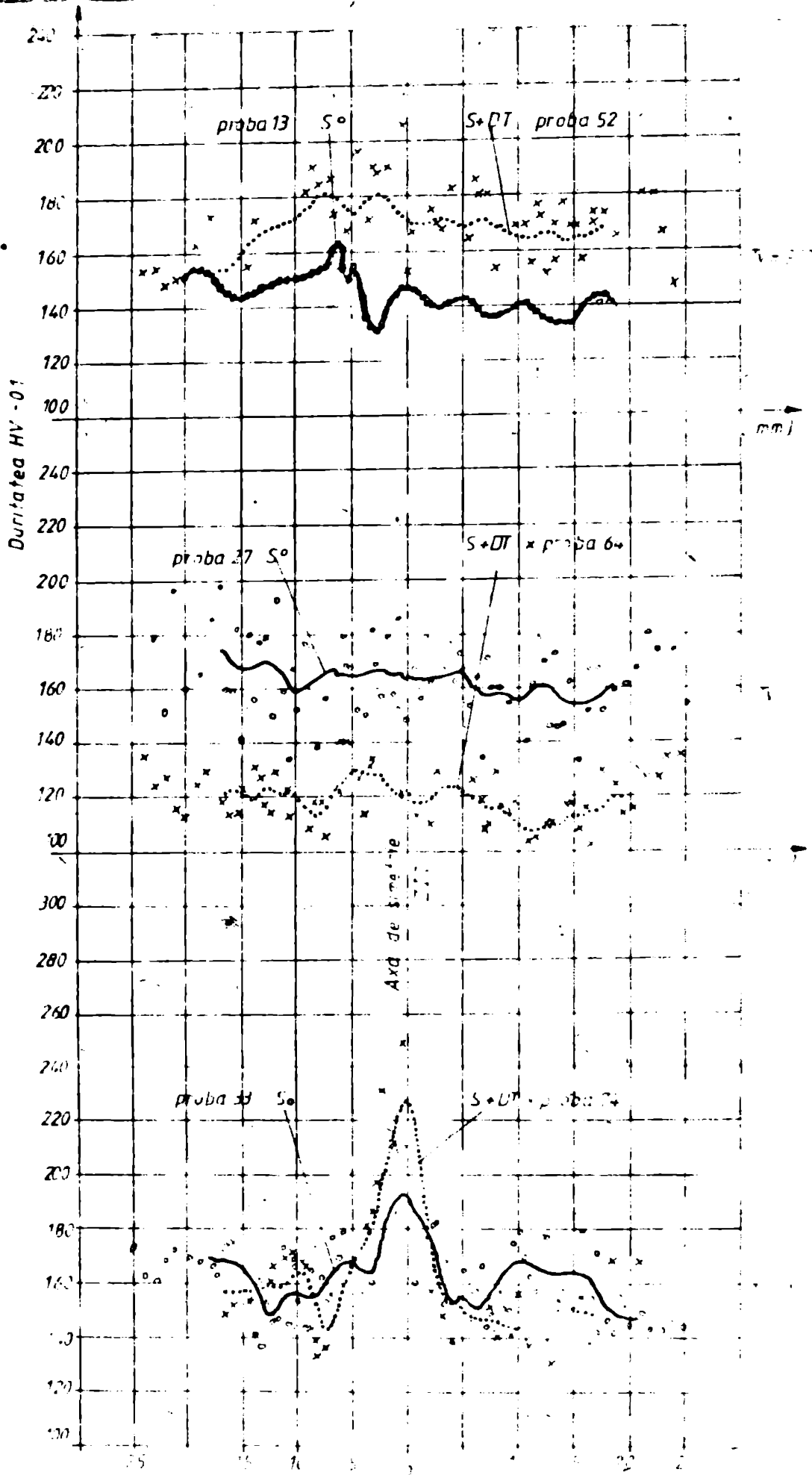


Fig. 3.1.5. Duritatea HV · 01 în funcție de distanță

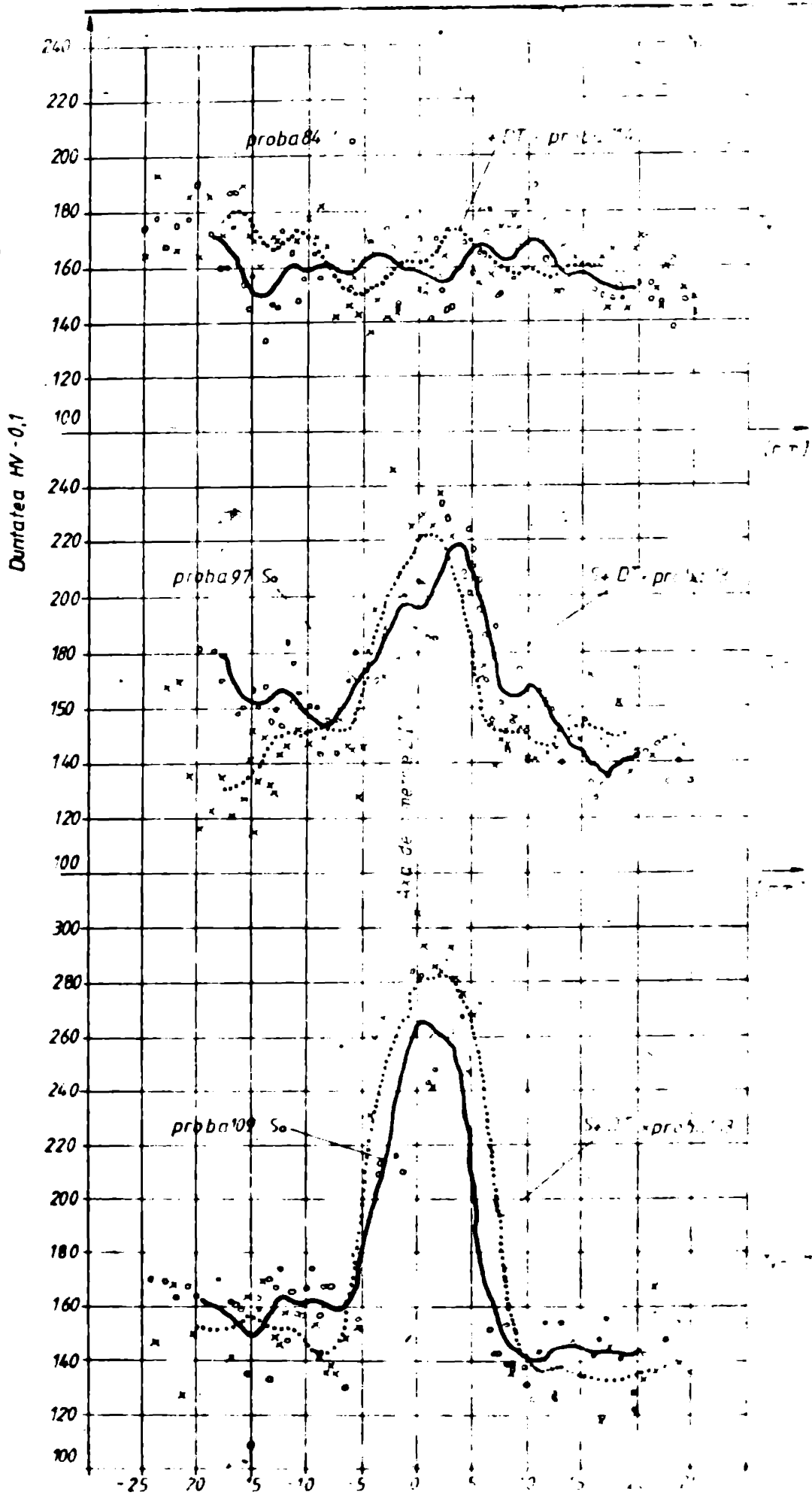


Fig 4.4 variația microdureții în funcție de distanță față de proba 100

$t = 1,70$, cu care se calculează abaterea \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{H}{h} = \frac{1,70}{0,0137} = 124$$

și apoi valorile extreme ale intervalului de încredere:

$$X_m = \bar{X} - \bar{x} = 237,3 - 124 = 113,3$$

$$X_M = \bar{X} + \bar{x} = 237,3 + 124 = 361,3$$

Din analiza rezultatelor prezentate în tabelul 4.2. se observă că toate valorile din ZIT sînt cuprinse între limitele calculate.

În tabelul 4.3. se folosesc următoarele notații:

\bar{X} = valoarea medie a măsurătorilor din ZIT;

s = abaterea standard; $s = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X-X_i)^2 \right]^{1/2}$

k = coeficient determinat din tabelul 51. [37];

L_1 = limita inferioară : $L_1 = \bar{X} - k \cdot s$;

L_2 = limita superioară : $L_2 = \bar{X} + k \cdot s$;

Tabelul 4.3. Valorile medii ale durităților din zona solicitată termic și limitele intervalelor de încredere calculate cu o încredere $\bar{V} = 0,99$ pentru cazurile studiate.

Tip	Tip	Temp.	Nr.	Nr.	X	S	K	L_1	L_2
de	ci-	vîrf	eprv.	de					
lîri-	clu	[°C]		mă-					
ci-				su-					
ci-				ră-					
ci-				tori					
				n					
		900	13	35	144,7	12,598	2,508	113,1	176,3
	S	1000	27	38	161,7	12,07	2,452	132,1	191,3
7		1100	33	25	170,5	18,05	2,703	121,7	219,3
		900	52	32	173,1	12,64	2,370	143,1	203,1
	S+DT	1000	64	32	121,2	8,34	2,370	102,4	141,0
		1100	74	23	184,0	32,26	2,742	20,2	277,8
		900	84	31	160,4	10,24	2,358	140,3	180,5
	S	1000	97	36	186,3	24,21	2,410	135,0	241,6
14		1100	109	37	200,3	51,40	2,470	113,3	327,3
		900	114	38	159,2	12,15	2,452	100,5	187,9
	S+DT	1000	132	40	180,0	33,00	2,410	100,5	259,5
		1100	143	32	237,3	51,56	2,370	100,5	354,1

Analiza valorilor măsurătorilor de duritate evidențiază următoarele aspecte:

... / ...

- nu apar diferențe semnificative între rezultatele măsurătorilor de duritate, de-a lungul epruvetei pentru cicluri termice cu energii de 7 și 14 kJ/cm și temperatura de vîrf de 900°C respectiv pentru $E_p = 7$ kJ/cm și $T_v = 1000^\circ\text{C}$.

- la același ciclu termic, aspectul curbelor de variație a durității pe probe simulate, respectiv simulate și detensionate este asemănător;

- tratamentul termic de detensionare conduce la ridicarea ușoară a durității și lărgeste ZIT, datorită dezvoltării și stabilizării constituenților formați la răcirea bruscă a probelor simulate;

- forma zonei influențate termic și distribuția valorilor de duritate de-a lungul acesteia pentru fonta studiată este asemănătoare situațiilor similare întâlnite la oțeluri;

- prelucrarea statistică a valorilor măsurătorilor de duritate atestă o bună omogenitate a structurii în ZIT, la aceeași temperatură de vîrf, toate valorile de duritate sînt cuprinse între limitele intervalelor de confidență calculate cu o încredere $\alpha = 0,99$.

4.2.3. Incercări de încovoiere prin șoc.

Incercările de încovoiere prin șoc s-au efectuat conform STAS 7511 - 81 pe epruvete ISO-V obținute din probe simulate, respectiv simulate - detensionate la temperaturi de încercare de : - 196 ; - 150 ; - 100 ; - 50 ; + 20°C.

Anterior încercării de încovoiere prin șoc, epruvetele au fost supuse unei verificări a razei și aspectului calității suprafeței fundului creștăturii prin compararea la mărimi de $x \cdot 50$ - cu taloane.

Valorile de reziliență astfel obținute sînt trecute în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4. Valori de reziliență funcție de temperatura de încercare pe probe sim. -

... / ...

late cu diferite energii liniare.

E _L kJ/cm	Tip ciclu	T _v [°C]	Nr. probă	T _{inc.} [°C]	Reziliența KVC [J/cm ²]		Obs.
					Valori determinate	media	
o	1	2	3	4	5	6	7
S	900		2; 3; 4	+ 20	40,6; 39,2; 39,3	39,7	
			5; 6	- 50	41,8; 41,7;	41,75	
		12;14	9;11	-100	46,7; 41,7;	44,2	
			15;16;17	-150	43,2; 42;	42,6	
	1000		19;21;	+ 20	43; 36;7; 45,5	41,7	
			23; 24	-100	41,7; 44,7;	43,2	
		25;28; 29	31;32;	+ 20	38,2; 43	40,6	
			35; 36;	-100	40,4; 45,4	42,9	
	1100		37;38;39	-196	16; 22,2; 22	20,1	
			41;42;43	+ 20	33,2; 35,8; 39,7	36,2	
		900	45;46	- 50	38,9; 37,2	38,0	
			40;48;49	-100	46,6;40,6; 46,8	44,7	
S+DT		53;54;55	-150	44,3; ; 40,7	42,7		
		56;57;59	-196	36; 28,2; 34,3	33,2		
	1000	60;61;62	+ 20	45; 40,5; 41,6	42,4		
		63;65	-100	42; 40,	41,3		
1100		66;68;69	-196	38,6; 38,3; 47,3	31,4		
		70;71;72	+ 20	36,7; 35,6; 35,5	36,0		
	73;75	76;77;78	-100	24,7; 37	30,9		
		79;80;81	-196	27; 34,4; 14,7	25,4		
14 S	900		79;80;81	+ 20	39,2; 39,2; 43	40,5	
			83;85	- 50	43,1; 48	45,9	
		87;88;89	-100	45,6; 41,8; 44,8	44		
		90;91;92	-150	40,7; 44,3; 44,3	43,1		
	1000		93;94;95	-196	39,4; 34,5; 36	38	
			96;98;99	+ 20	39,5; 39,5; 43,1	40,7	
		100;101	100;101	-100	44,4; 49,3	47,9	
			102;103;104	-196	45,8; 43,6; 43,2	44,2	

	0	1	2	3	4	5	6	7
14				105; 106	+ 20	10; 11	10,5	
		1100		108; 110	-100	18,4; 37	27,7	
				111;112;113	-196	8,6; 3,7; 3,7	5,3	
900				115;116;118	+ 20	44; 42,8; 41,6	42,8	
				119;120	- 50	39,1; 41,4	40,25	
				121;122;123	-100	42; 43; 43,1	42,7	
				124;125;126	-150	44,4; 41,8; 44,2	43,5	
				127;129;131	-196	41; 37; 33,1	37	
S+DT				133;134	+ 20	44,3; 42	43,15	
		1000		135;136	- 100	48,1; 45,4	46,75	
				138;139;140	-196	33; 31; 7,4	32	
1100				141;142	+20	6,2; 2,5	4,5	
				145;146	-100	24,6; 6,1	15,4	
				147;148;149	-196	14,7; 23,3; 14,7	17,6	

Variația rezistenței KCV pe probe simulate în funcție de temperaturile de încercare și temperaturile de vîrf forate este reprezentată în figurile 4.5 și 4.6. Pentru comparație pe același grafic s-a reprezentat și variația rezilienței în temperaturile de încercare pentru probe brut turnate.

Din analiza rezultatelor prezentate în tabelul 4.4 și figurile 4.5 și 4.6 se evidențiază următoarele aspecte:

- Apar diferențe semnificative ale valorilor de reziliență KCV față de probele brut turnate numai la energii liniare de 14 kJ/cm.

- Energia liniară de 14 kJ/cm, conduce la valori mari de reziliență KCV (mai mari decît la probe brut turnate) la toate temperaturile de încercare numai pentru temperaturile de vîrf de 100°C și 1000°C.

- Energia liniară de 14 kJ/cm și temperatura de vîrf de 1100°C conduc la valori de reziliență sub cele pentru probe brut turnate, datorită schimbării structurii ZIT.

- În general nu apar diferențe de valori și alături de curbele S și S + DT.

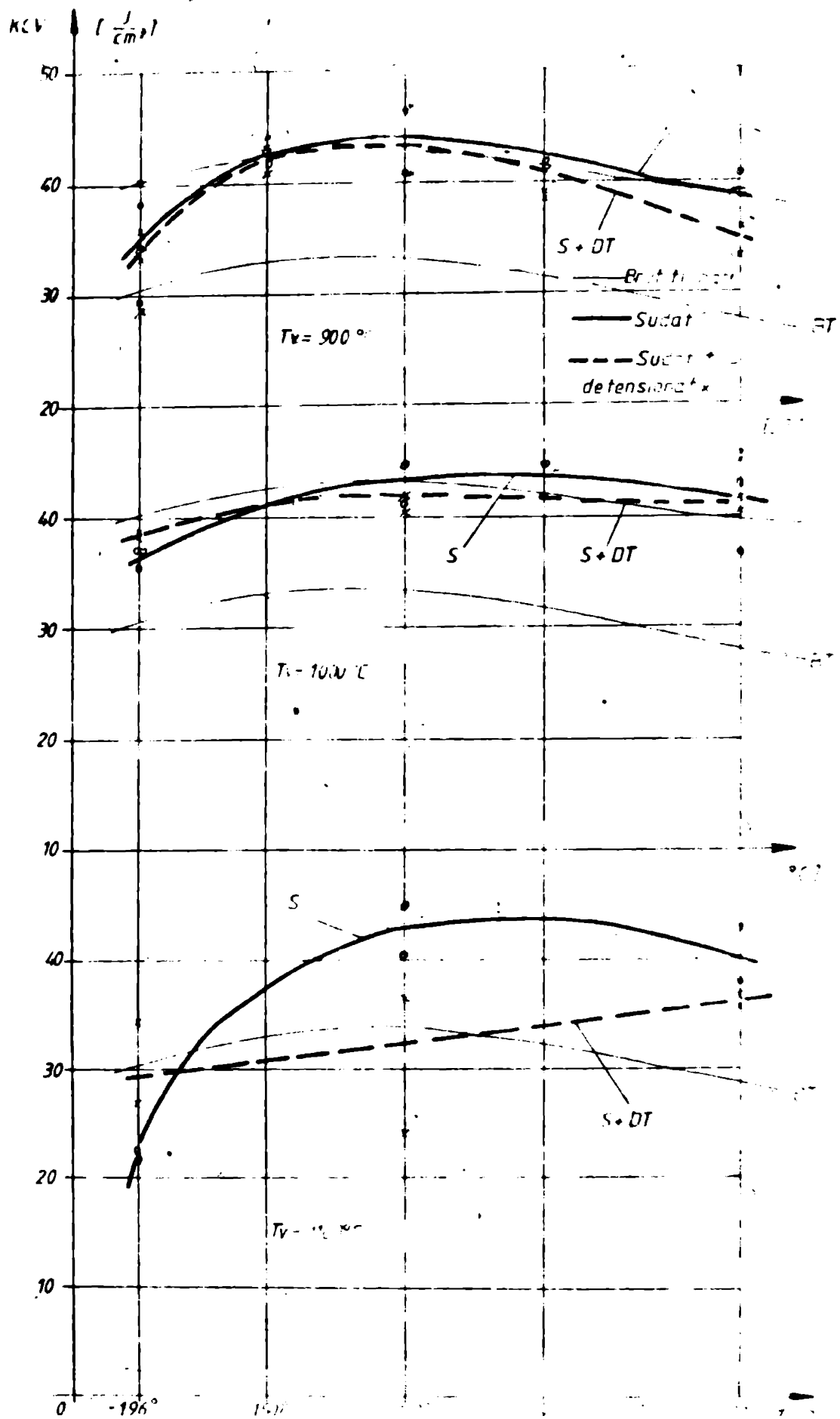


Fig 45 Variația rezilienței în funcție de temperatura de lovire și temperatura de vîr pe epruvele similitive $E_{\text{L}} = 10^3 \text{ J/cm}^2$

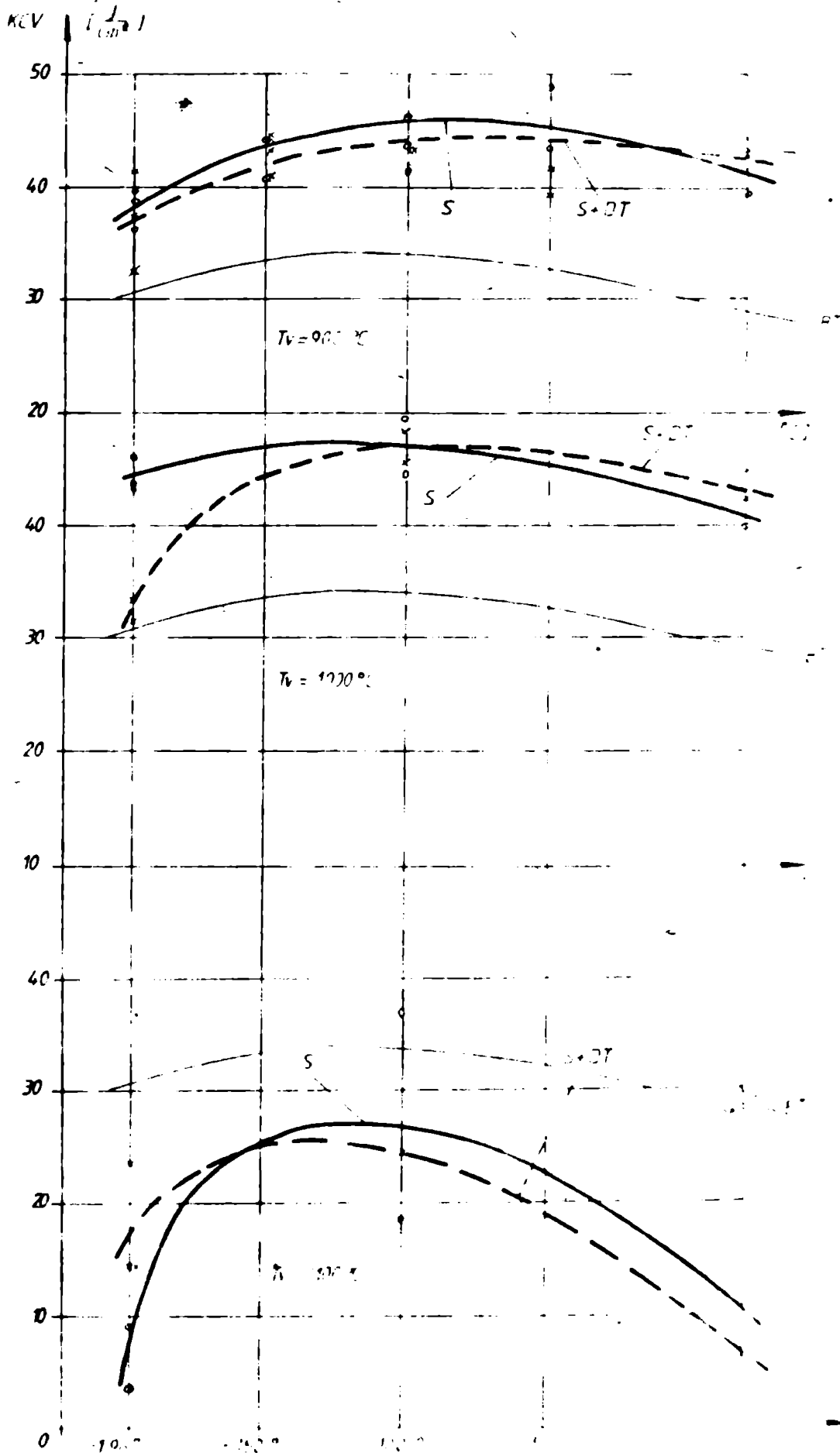
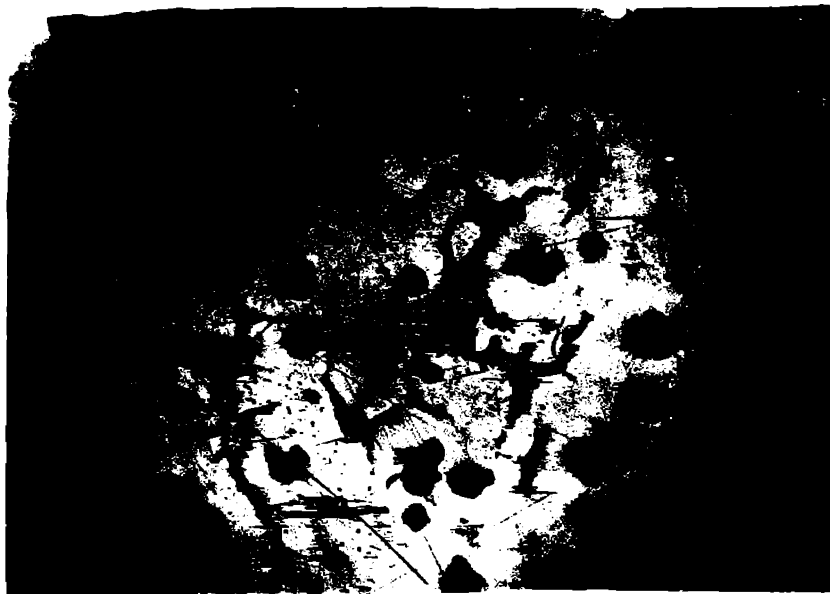
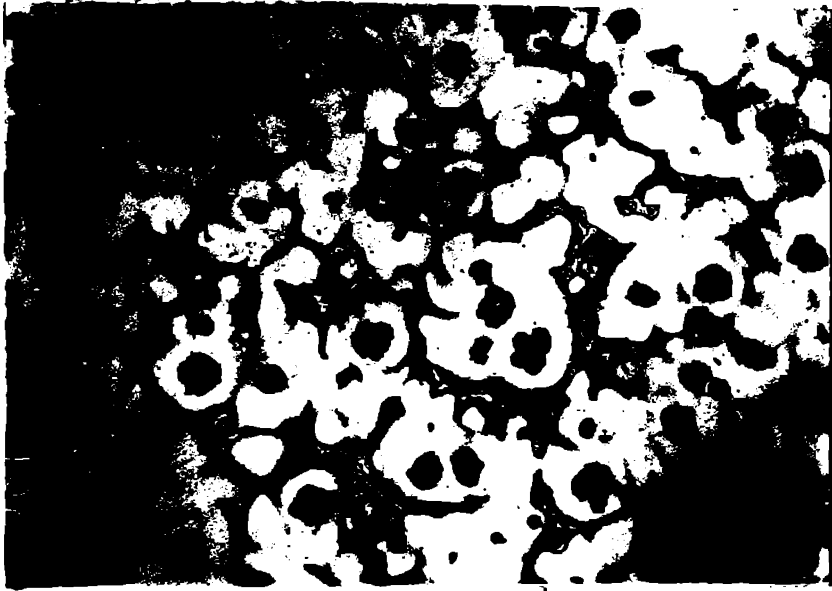


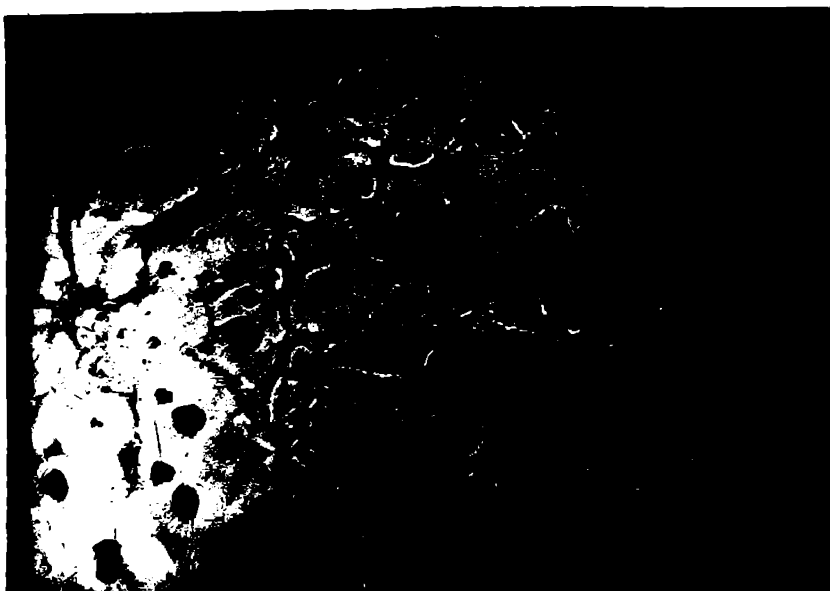
Fig. 46. Variația rezistenței KCV funcție de temperatură și temperatura de țire pe epruvete cilindrice.





$T_s = 1000^{\circ}\text{C}$

Fig.4.7- Aspectul zonei simulate în varianta simulat cu $E_L = 7 \text{ kJ/cm}^2$, corespunzător celor trei temperaturi de vîrf, $\times 100$



4.2.3. Analize metalografice.

Pentru fiecare probă simulată, reținită pentru măsurători de duritate HV 0,1, s-au făcut analize metalografice urmărind modificările structurale apărute. Atacurile de punere în evidență a constituenților au fost multiple (chimice și electro-litice); cele mai bune rezultate obținându-se cu reactivul Fry.

Microfotografiile zonei simulate sînt reproduse în figurile : 4.7; 4.8; 4.9; 4.10.

Studiind microfotografiile executate și comparîndu-le cu cele executate pe probele brut turnate se desprind următoarele aspecte:

- Ciclurile termice introduse prin simulare produc modificări de structură evidente numai la energia de 14 kJ/cm și temperatura de vîrf maximă de 1100°C.

- Ciclurile termice inferioare celui enunțat mai sus nu produc modificări de structură, datorită vitezelor de încălzire și răcire mari, cît și a duratei mici de menținere la temperatura de vîrf;

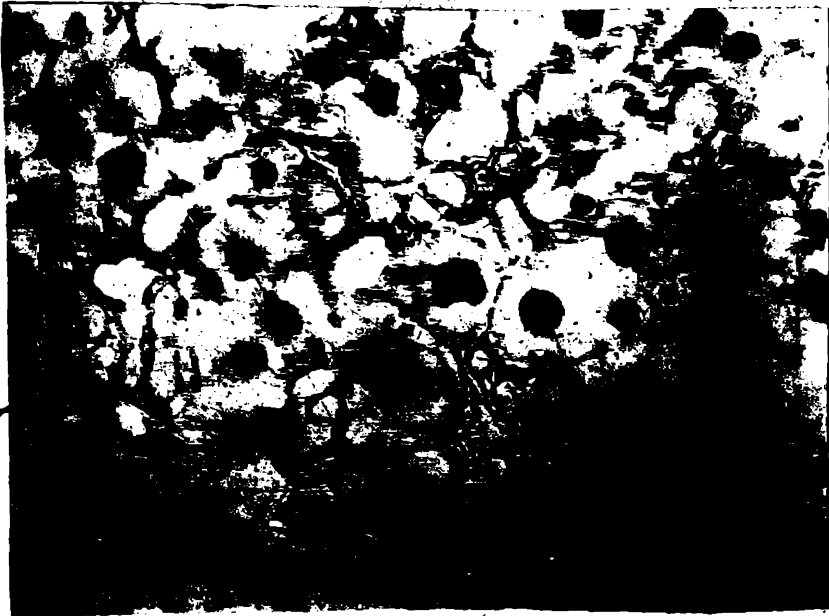
- Structura inițială, brut turnată se stabilizează și conturează cu cît celul termic este mai dur, cu excepția situației extreme, cînd se modifică.

- Forma, dimensiunile și repartiția nodulelor de grafit nu sînt afectate de ciclurile termice introduse prin simulare;

- Structura modificată obținută în urma ciclului termic maxim ($E_L = 14$ kJ/cm; $T_v = 1100^\circ\text{C}$) are în compoziție, pe lângă grafit nodular și austenită un constituenț nou de tip ledeburitic cu durități mari în comparație cu matricea metalică de bază.

- Separările intercristaline eutectice evidente la probele brut turnate se modifică la $E_L = 14$ kJ/cm și $T_v = 1000^\circ\text{C}$ varianta sudată ca apă prin detensionare, la aceiași parametri să se transforme în cea de bază al fontei studiate (A + g).

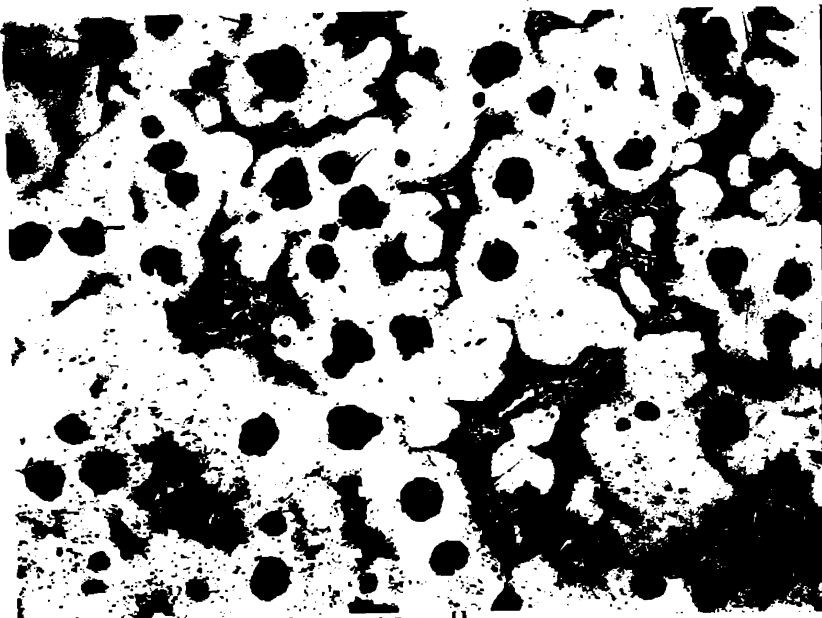
- Aceste modificări sînt puse în evidență și de capitoul anterior pentru variațiile valorilor de microduritate terminate.



$T_v = 920^{\circ}\text{C}$.



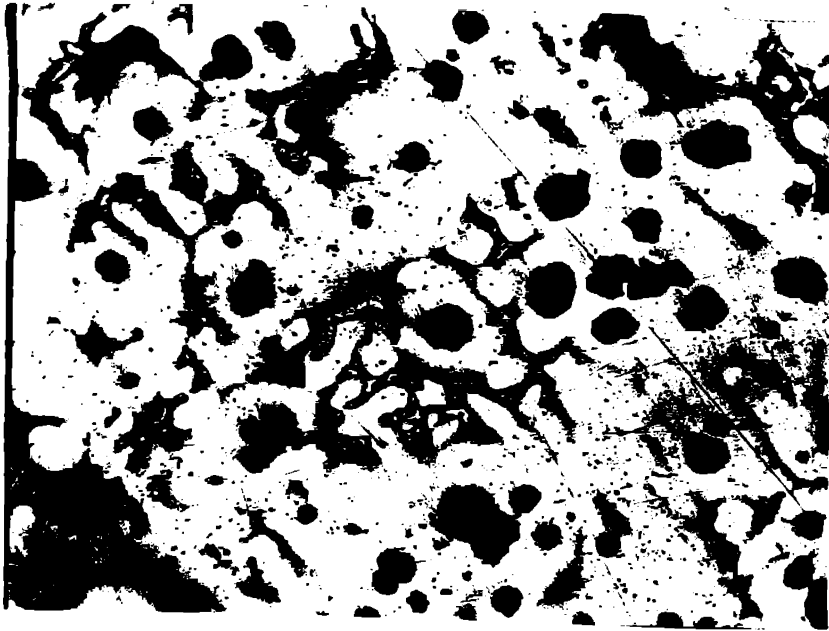
$T_v = 1000^{\circ}\text{C}$



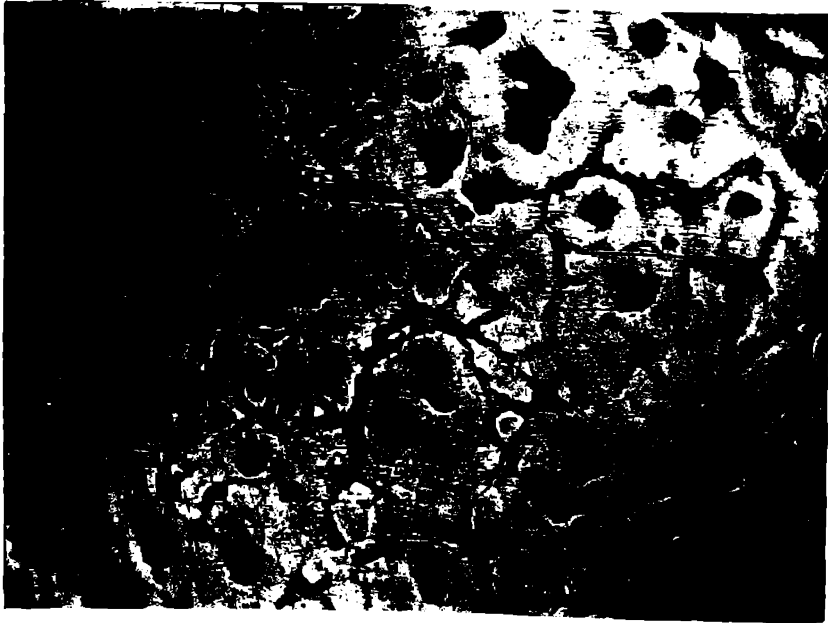
$T_v = 1100^{\circ}\text{C}$

Fig.4.8- Aspectul zonei simulate în varianta sudat + detensionat cu $E_L = 7 \text{ kJ/cm}$, corespunzător celor trei temperaturi de vîrf; $\times 100$

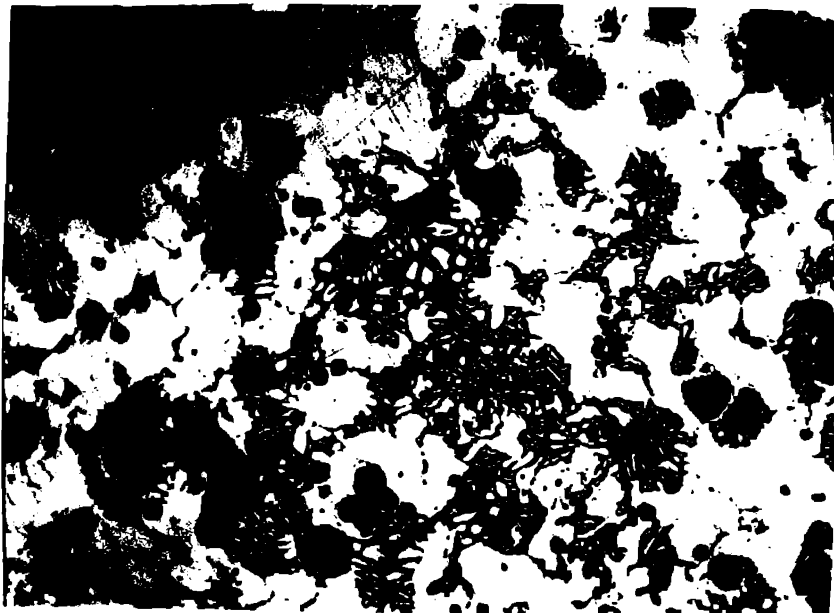
... / ...



$T_v = 900^\circ\text{C}$

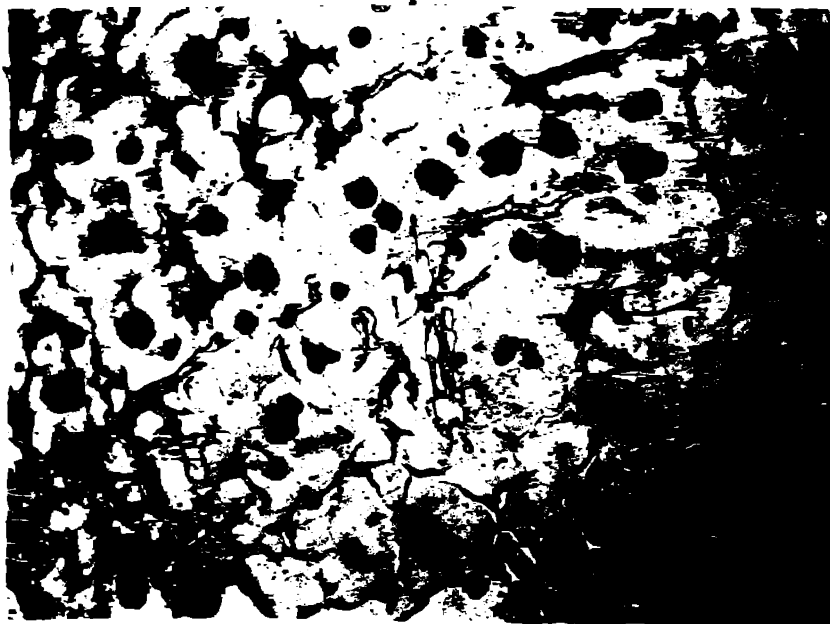


$T_v = 1000^\circ\text{C}$



$T_v = 1100^\circ\text{C}$

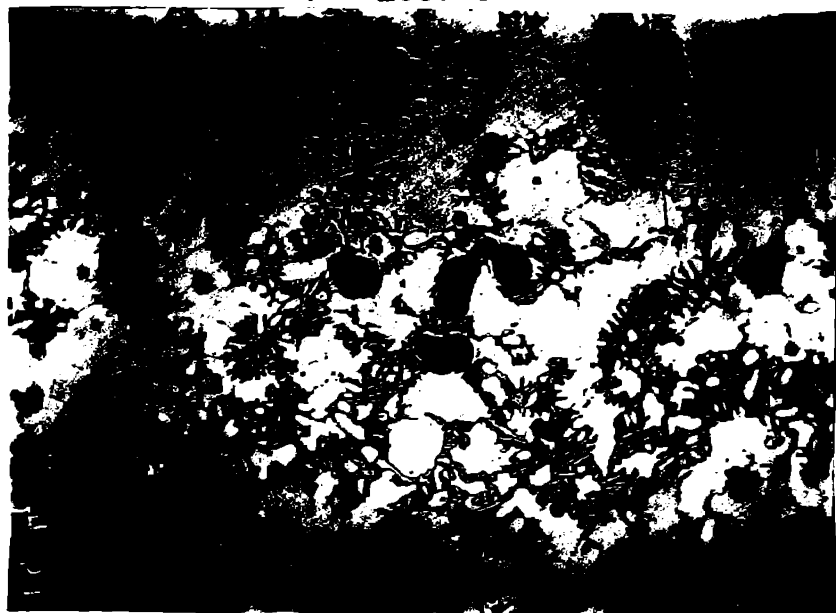
Fig. 4.9.- Aspectul zonei simulate în varianta simulată cu $E_L = 14 \text{ kJ/cm}^2$ corespunzător celor trei temperaturi de vîrf, x_1 la



$T_v = 900^{\circ}\text{C}$



$T_v = 1000^{\circ}\text{C}$



$T_v = 1100^{\circ}\text{C}$

Fig.4.10 - Aspectul zonei simulate în varianta sudat + detensionat cu $E_L = 14 \text{ kJ/cm}$, corespunzător celor trei temperaturi de vîrf, $\times 100$

4.2.5. Examinarea microcompoziției chimice a zonelor solicitate termic.

Distribuția elementelor componente din materialul de bază și zona influențată termic în care apar constituienți noi, pentru ciclurile termice cele mai mari s-au făcut prin spectrometrie cu raze x dispersivă cu ajutorul microsondei electronice IXA - 3 A.

În atenția cercetării variației microcompoziției chimice în urma ciclurilor termice simulate au stat numai epruvetele la care s-au evidențiat constituienți noi (109, 132, 143).

Microzonele analizate au fost în marginea probei simulate - zonă neafectată de ciclul termic - și la centrul probei, acolo unde ciclul termic are valori maxime. S-au prezentat distribuțiile elementelor Si ; Mn ; Ni , deoarece nu s-au detectat variații și la altele elemente cercetate (Cr ; W).

În figurile 4.12 4.17, sînt redată distribuția elementelor enumerate mai sus pentru zonele considerate.

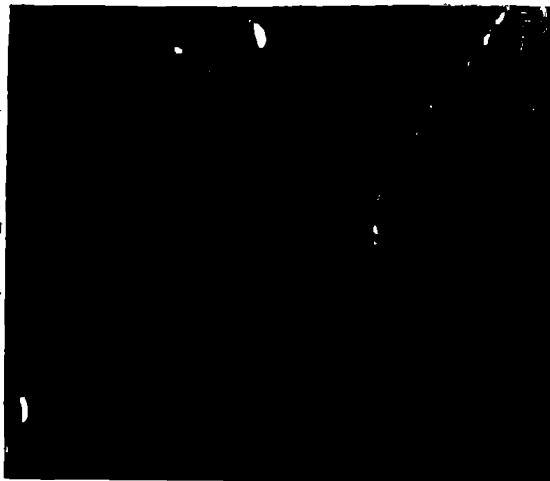
Din studierea repartiției și variației elementelor componente pe microzonele considerate se pot trage următoarele concluzii:

- materialul de bază, brut turnat, este omogen, distribuția elementelor detectate fiind uniformă ; vezi fig. 4.11; 4.12; 4.13.

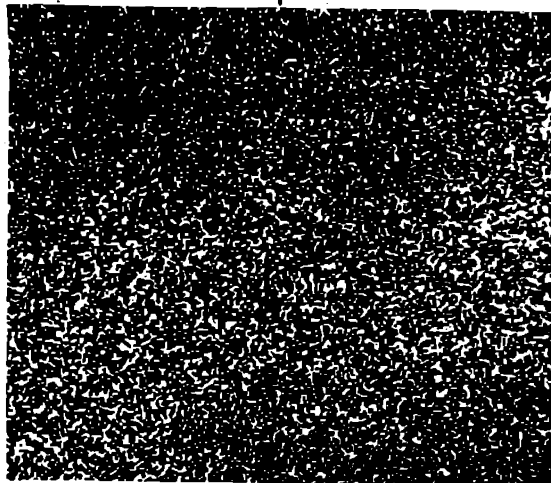
- constituențul format în zonele solicitate termic este un amestec mecanic de tip ledeburitic, crescut la limita dintre grăunți, probabil acolo unde a existat eutectilul determinat în probele brut turnate. Amestecul mecanic este format dintr-o masă austenitică în care se dezvoltă lamele de carburi complexe de tipul $(Fe,M)_3C$; în special $(Fe,Si)_3C$; $(Fe, Mn)_3C$.

- La solicitări termice mari (probele 109 , 143) acest constituenț dur se formează și din cristalele de austenită, acolo unde sînt zone mai bogate în carbon și elemente de aliere ; datorită vitezei mari de răcire se împiedică difuzia elementelor de aliere și a carbonului, formîndu-se constituienți de tip ledeburitic.

... / ...

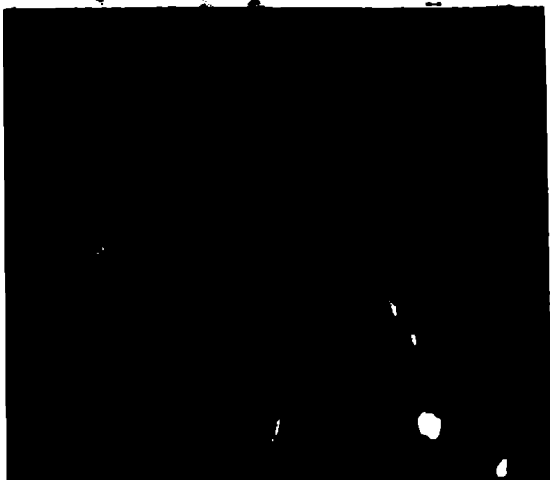


Imagine de compoziție și variație Si;



Repartiția Ni

Fig. 4.12. Distribuția elementelor în zona neinfluențată termic

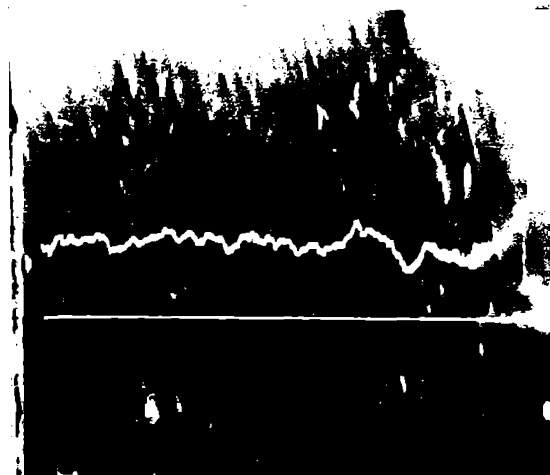


Imagine de compoziție și variație Si;

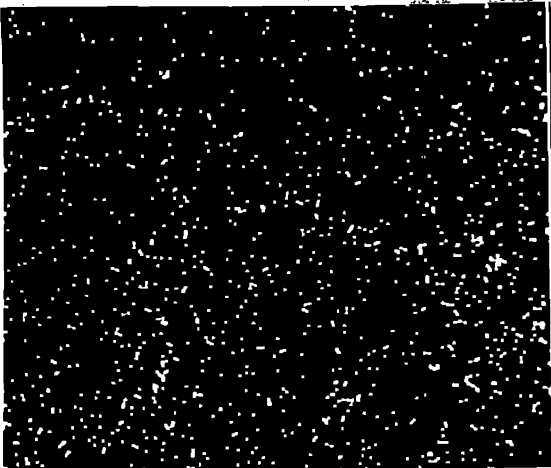


Repartiția Ni

Fig. 4.13. Distribuția elementelor în zona neinfluențată termic

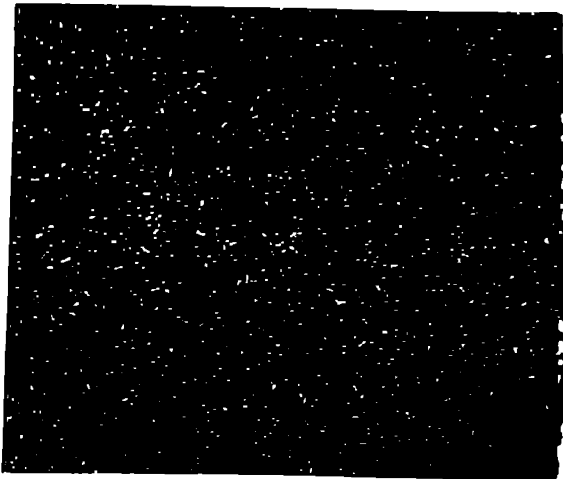


Imagine de compoziție și variație Si;

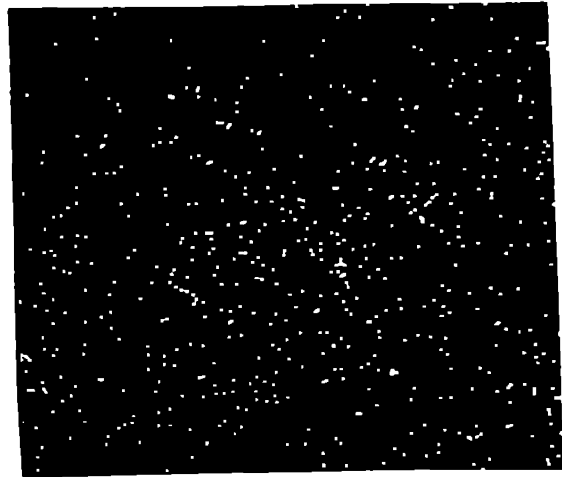


Repartiția Ni

Fig. 4.14. Distribuția elementelor în zona neinfluențată ter-

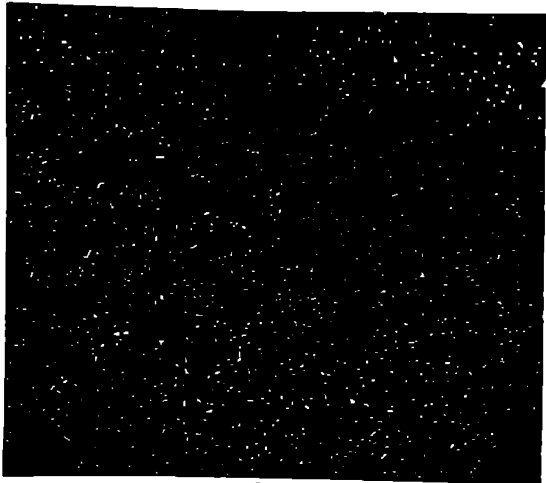


Repartiția S1

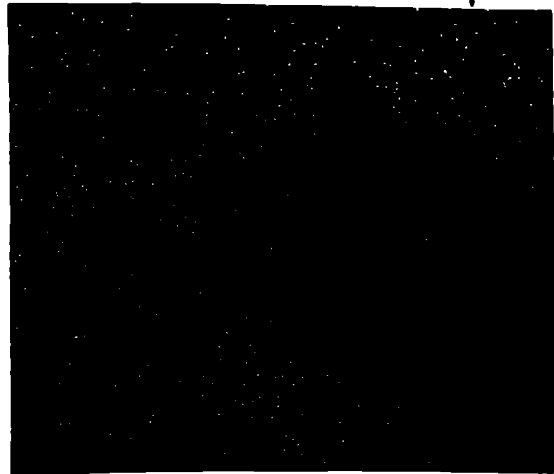


Repartiția P1

...ente pentru proba 132 (E_L -14 kJ/cm) $T_v = 1000^\circ\text{C}$; S + DT



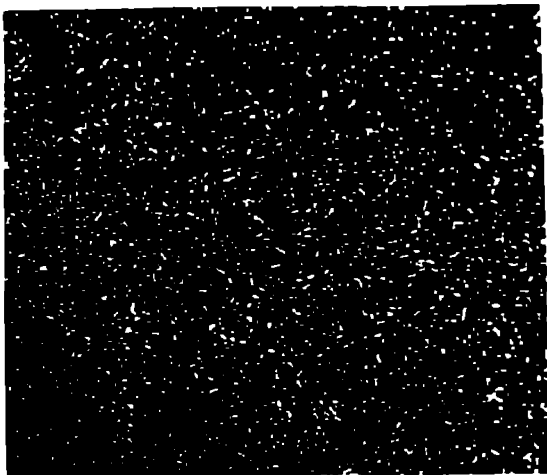
Repartiția S1



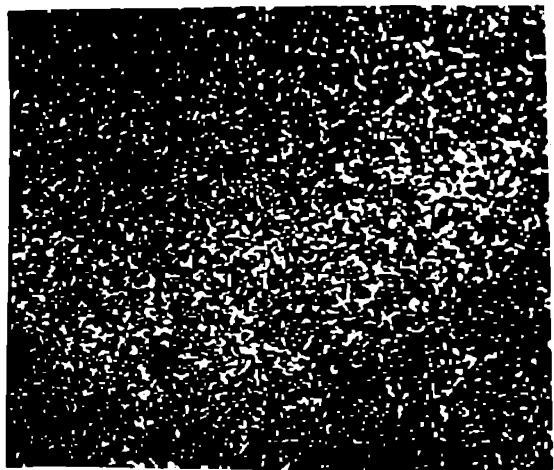
Repartiția M1

...ente pentru proba 109 (E_L -14 kJ/cm) $T_v = 1100^\circ\text{C}$; S

...



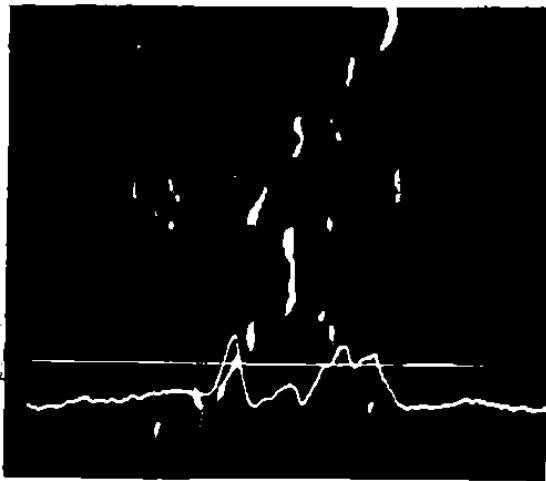
Repartiția S1



Repartiția M1

...ente pentru proba 143 (E_L -14 kJ/cm) $T_v = 1100^\circ\text{C}$; S + D2
: 1,100. ... / ...

...
... ARKA ...

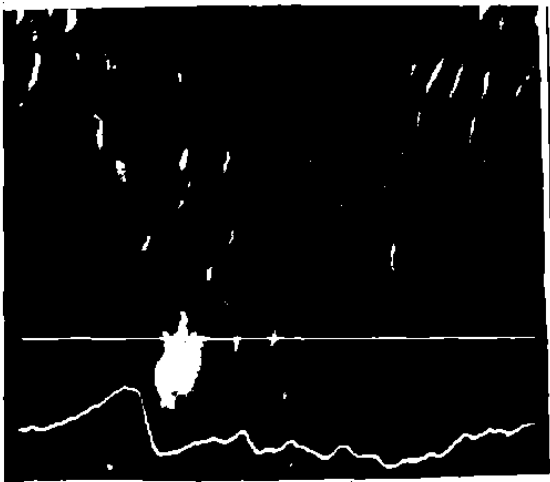


Imagine de compoziție și variația Si

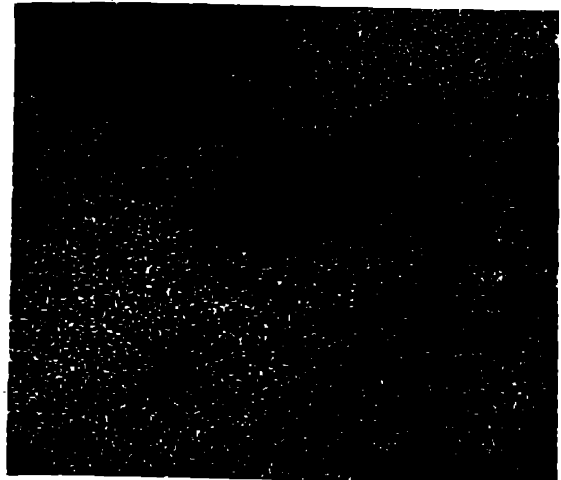


Repartiția Ni

Fig.4.15. Distribuția elementelor compoziției influențată termic;

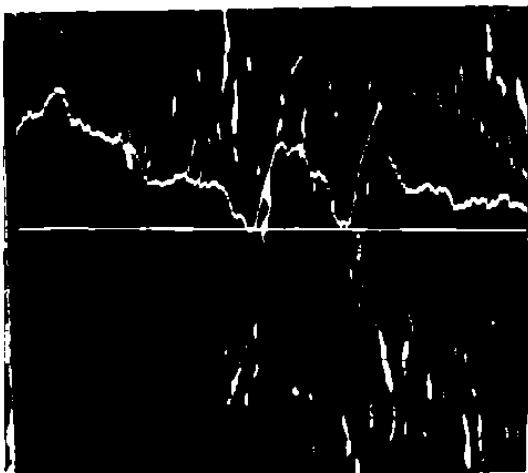


Imagine de compoziție și variația Si

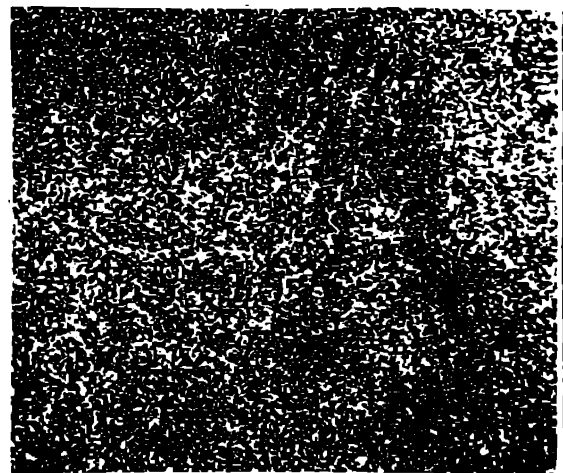


Repartiția Ni

Fig.4.16. Distribuția elementelor compoziției influențată termic;

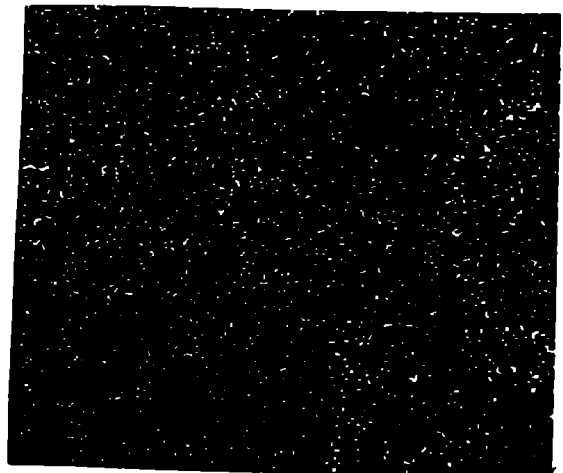
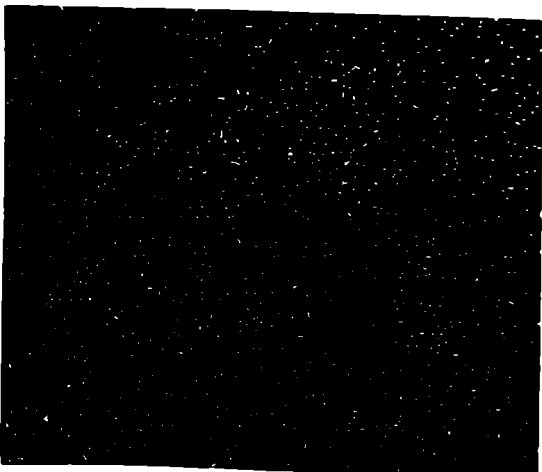
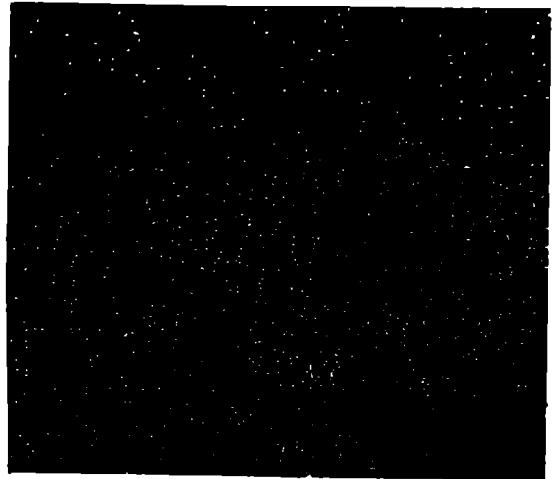
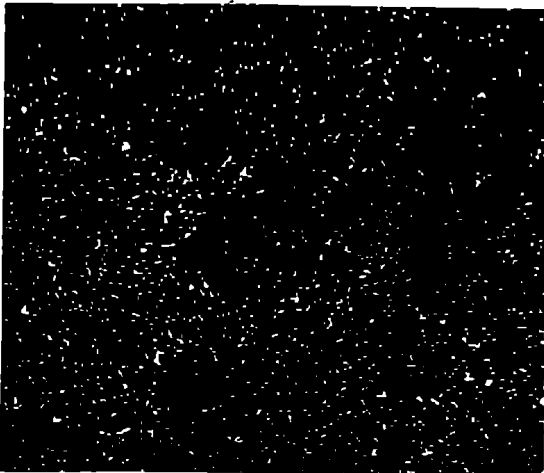
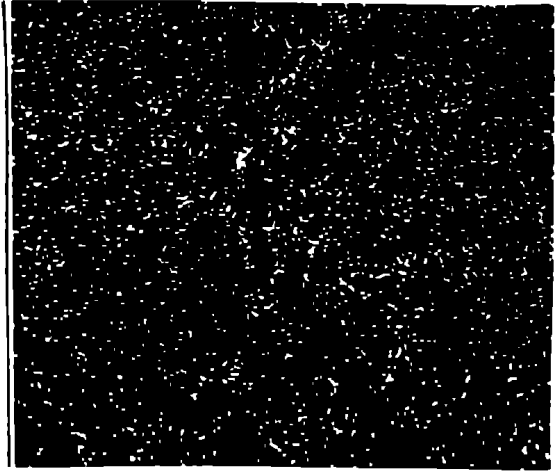
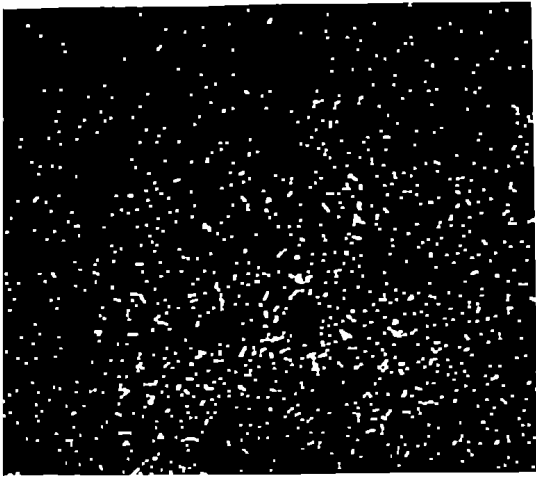


Imagine de compoziție și variația Si



Repartiția Ni

Fig. 4.17. Distribuția elementelor compoziției influențată termic;



- Tratamentul termic de detensionare „finisează” structura formată, constituenții fiind bine puși în evidență.

- Datorită austenitelor aliate din amestecul mecanic format și a carburilor complexe, repartițiile elementelor de aliere (Ni și Mn) nu pun în evidență o delimitare clară a acestui constituenț. Practic în cazul probei 143 ($E_L = 14 \text{ kJ/cm}$; $T_v = 1100^\circ\text{C}$ S + DT) se întâlnește o structură de fontă cu grafit nodular cu o masă metalică de austenită bogat aliat și un amestec mecanic de austenită aliată și carburi complexe de Fe, Si și Mn.

4.3. Concluzii.

Pe baza rezultatelor cercărilor mecanice (durate; KCV), analize metalografice și microanalize chimice, se pot enunța următoarele:

a) Modificări de structură și proprietăți mecanice semnificative se obțin numai la energii liniară mare (14 kJ/cm) și temperatură de vîrf maximă 1100°C ;

b) Energia liniară de 14 kJ/cm , pentru temperaturile de vîrf de 900°C și 1000°C produce efecte similare cu ale recălerii, cu toate că vitezele de încălzire și răcire sînt mult mai mari. Acest fenomen este pus în evidență de valorile mari de rezistență (fig. 4.6) și uniformizarea structurii (fig. 4,7;8,9,10.)

c) Tratamentul termic de detensionare aplicat după sudare nu are un efect deosebit; mai mult, se observă o lărgire a zonei de influență termică datorită continuării transformărilor începute la temperatura de vîrf simulată.

d) La acest tip de aliaj nu se pune în evidență o zonă influențată termic similară cu oțelurile, datorită matricei metalice care este austenitică pînă la răcire (nu apar transformările $\gamma \rightarrow \alpha$ specifice oțelurilor)

e) Dimensiunile, forma și repartiția grafitului nodular nu sînt influențate de ciclurile termice simulate. Matricea metalică, formată inițial din austenită, la eutectia interdenritică se transformă prin dizolvarea eutecticului în austenită răcită pînă la 1000°C sau se transformă în austenită aliată bogată aliată la ciclurile termice maxime.

... / ...

f) Pentru realizarea unor îmbinări sudate se recomandă energii liniare mici ($E_L = 7 \text{ kJ/cm}$) și viteze mari de sudare (rînduri filiforme) care să influențeze cît mai puțin materialul de bază;

.g) La sudarea acestor fonte apare o zonă influențată termic, cu proprietăți mecanice acceptabile, chiar mai bune ca ale materialului de bază, în situația în care matricea metalică de bază rămîne austenitică.

Capitolul 5

CECDETARI ASUPRA IMBINARILOR SUDATE

DIN MF - MF 23.4 - Tm.

În vederea producerii în țară a țigărilor înalt aliate cu Ni pentru aplicații criogenice se pune problema studierii comportării la sudare a acestor fonte în vederea remanierii acestora de turnare sau eventual a formării de structuri sudate. În acest scop s-au elaborat norme sau prescripții oficiale recunoscute pe plan internațional cu privire la comportarea la sudare a acestor tipuri de fonte și în special pentru varietatea țigărilor înalt aliate.

5.1. Tehnologii de sudare aplicate.

În vederea verificării afirmațiilor făcute de autoritatea de specialitate consultată (cap. 2.2.4.2.) și a determinării posibilităților de realizare a unor îmbinări sudate făcându-se să se folosească două procedee de sudare, respectiv sudarea electrică cu electrozi de nichel și sudarea manuală cu electrozi de nichel de aceeași compoziție chimică cu a materialelor de bază.

Temperatura de preîncălzire a fost aleasă (cap. 2.2.4.2.) la valori de 200°C ... 225°C , astfel încât să fie satisfăcătoare cele descrise în capitolul enunțat. Temperatura între zonele de sudare a fost limitată la 400°C în vederea obținerii unei zone de sudare termic minimă dusă.

5.1.1. Materiale de adaos folosite.

Materialele de adaos (MA) întâlnite la sudarea țigărilor înalt aliate cu grafit și altele înalt aliate cu nichel sînt în general din nichel pur sau aliaje pe bază de nichel care acceptă în condiții de sudare și au proprietăți acceptabile la temperaturile de lucru criogenice.

Asfel, pentru sudarea manuală cu electrozi s-au folosit electrozi de nichel, Ni-Fe cu 40...60% Ni - Fe și electrozi de nichel și grafit de cordoane magnetice. Pentru

... de acestui inconvenient se apelează la electrozi din oțel inoxidabil CrNi (25/20) sau sîrme din CrNi (25/20) care pentru calitatea MT-MI 23.4 nu sînt compatibile datorită concentrației mare de...

... pentru matrica oxiacetilenică, în medii de gaze protejtoare sau cu plasmă se folosesc bare turnate din același material, sîrme de nichel, Ni-Fe (40...60% Ni) Ni - Cu sau din oțel inoxidabil.

... În cazul de față s-au folosit ca material de ados electrozi de nichel de tip CASTOLIN 2 - 44 cu diametre de 2,4 și 2,8 mm. și bare de 3 x 3 mm. debitate din probe brut turnate din fonta MT-MI 23.4 - Tm elaborată. Din punct de vedere economic, barele din același material sînt mult mai rentabile, deoarece se pot turna direct cu piesele elaborate.

5.1.2. Pregătirea materialului în vederea sudurii.

Plăcile care au constituit materialul de bază au fost prelucrate din probe brut turnate cu grosimea de 23 mm., avînd forma rostului din figura 5.1.

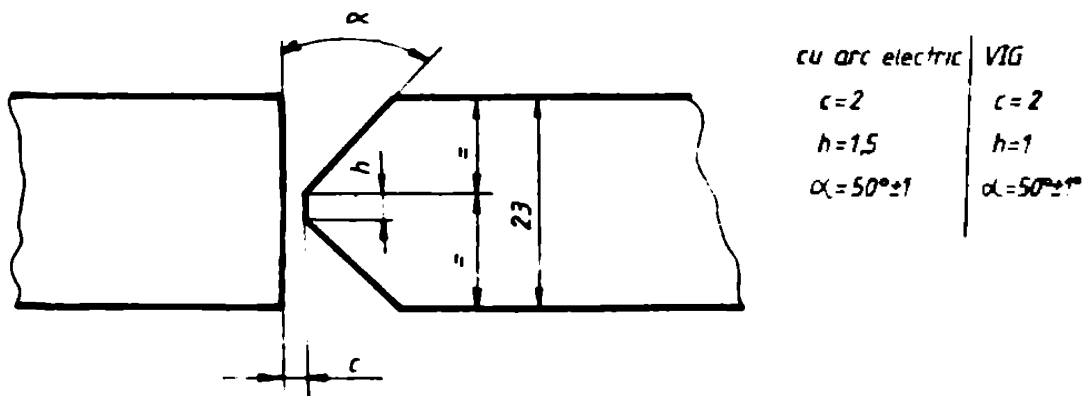


Fig. 5. Forma rostului de sudare

S-a ales pregătirea în formă de K pentru a se asigura un volum minim de metal topit.

Folosind aceste rosturi s-a realizat trei îmbinări, una cu electrozi de nichel și două aplicînd procedeul WIG cu bare 3 x 3 din același material, cu materialul de bază (MT-MI 23.4-Tm).

... / ...

5.1.3. Parametrii tehnologici folosiți.

Modul de realizare a îmbinărilor sudate (numărul și ordinea straturilor, parametrii regimului etc.) sînt prezentate în tabelul 5.1.

Sudarea manuală s-a făcut în curent continuu cu polaritate inversă folosind electrozii de Ni enunțați, folosind un redresor de sudare.

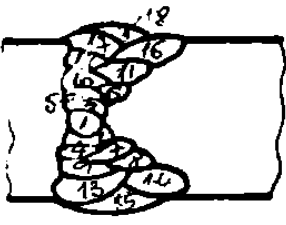
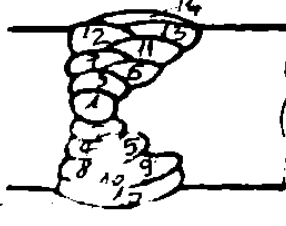
Sudarea în mediu de gaz protector s-a făcut folosind ca sursă de sudare o instalație ARCOS - 400 și diametrul electrozilor de Wolfram de 4 mm.

Preîncălzirea s-a efectuat în cuptor, verificările de temperatură făcîndu-se cu cretă thermocrom.

S-au depus straturi formate din rînduri filiforme care să asigure un aport de căldură minim,

După executarea primelor trei rînduri, îmbinările au fost radiografiate Rx în vederea îndepărtării defectelor în rădăcină.

Tabelul 5.1 Modul de realizare a îmbinărilor sudate.

Forma îmbinării	Procedeele de sudare	MA	Nr. treceri	de (mm)	$I_{s,med}$ [A]	$U_{a,med}$ [V]	Q_{Ar} (l/min)	Obs.
	WIG	MT Ni 23 & Tm	1-2	3x3	450	20	9	Rx
			3		480	20	9	
			4-5		580	22	10	
			6		520	21	9	
			7		580	22	10	
8-18	520	21	10					
	manual	Castolin 2 44	1-3	24	60			Rx
			15		23			
			4-15	32	90			

După realizarea îmbinărilor sau executat radiografieri, după care au fost debitate capetele cu defecte,

5.2. Tratamentele termice și mecanice aplicate îmbinărilor sudate.

pentru a avea un criteriu de comparație, primele două îmbinări (varantele 1 și 2), au fost încercate în starea brut sudată.

A doua îmbinare sudată WIG cu bare din același material

(23.4-TM) a fost prelucrată astfel:

- tăiat capetele cu defecte interioare, pe care s-au făcut măsurători la duritate;
- tăiat îmbinarea în două (transversal);
- tensionat prin vibrații o jumătate, tăiată felii prin electroeroziune, măsurat durități, prelucrat epravețe și efectuat încercări de rezistență;
- tăiat și a doua jumătate tăiată, prelucrată și încercată fel ca prima.

5.2.1. Detensionarea prin vibrații a îmbinării realizate prin procedul WIG

Îmbinarea a fost fixată între vibrator și placă de susținere laminată, de dimensiuni 3500 x 3500 x 90 de aproximativ 9,7 t, vibratorul a dat elctricitate paraboloidică.

Direcția mab nazii și a vibratorului au fost oblice față de alta și îmbinarea față de marginea plăcii pentru a permite o vibrație corectă.

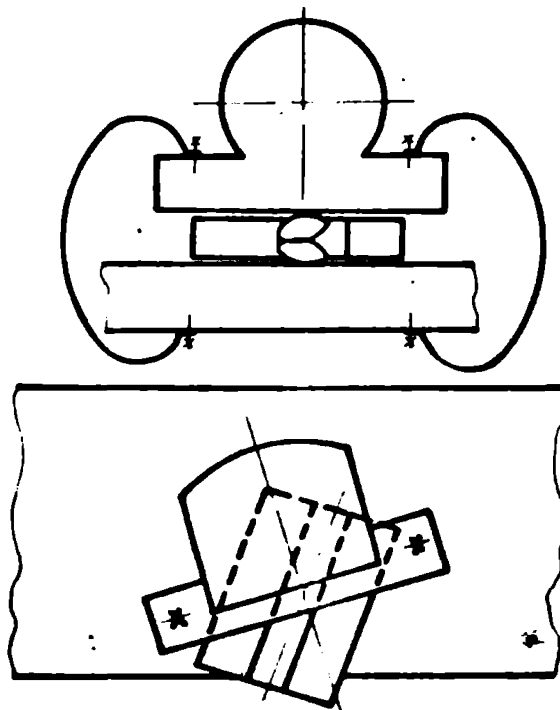


Fig 52 Modul de fixare a îmbinării sudate în vederea vibradetensionării

Pentru evitarea influenței pieselor învecinate, placa de oțel este așezată pe patru toampoane de cauciuc, direct pe planșeul de beton al halei.

In urma tratamentului executat s-a întocmit următoarea fișă de detensionare (tab.5.2.)

Tabel 5.2. - Parametrii înregistrați pentru tratamentul de vibrodetensionare

Nr. cit.	Turație vibrator [rot/min.]	Imotor. inițial [A]	Imotor. final [A]	Timp [min.]	Obs.
1.	1550	4,1	2,7	10	
2.	1800	4,2	3,1	20	
3.	2550	4,7	3,9	20	
4.	2800	6,5	6,1	20	
5.	3050	9,9	5,1	10	
6.	3400	4,2	4,0	5	
7.	3700	4,6	4,2	5	
8.	4700	5,6	5,4	5	

După identificarea primelor cinci vîrfuri de rezonanță (limita superioară a curentului care poate fi absorbit de vibrator este (OA), s-au executat vibrații de la mare la mic, conform săgeților din fișa de detensionare. In a doua etapă s-au identificat vîrfurile de rezonanță pînă la turația maximă a vibratorului de 5000 rot/min, după care s-au executat vibrațiile din seria a II-a.

5.2.2. Tratamentul termic de reconecere a îmbinării realizate.

Tratamentul termic de reconecere s-a efectuat conform ciclogramei din figura 5.3. într-un cuptor de tratament industrial tip C.E. 10.

Prin acest tratament se urmărește modificari ale caracteristicilor mecanice și structurii metalului.

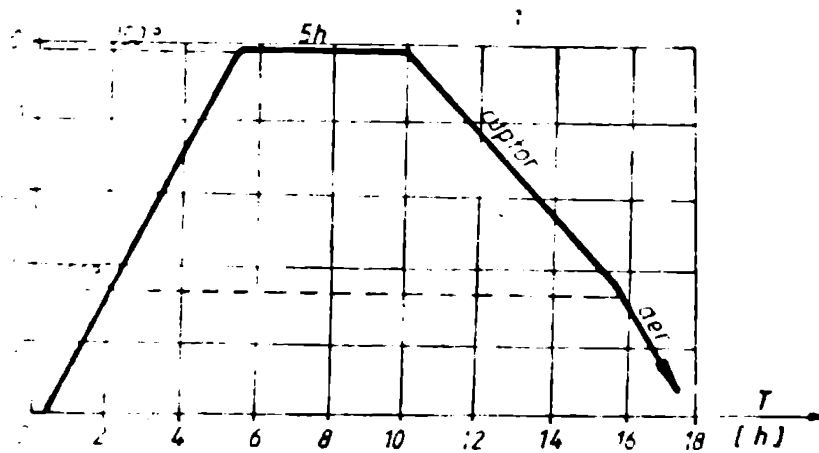


Fig 5.3 Parametrii regimului de tratament termic de
temperare a îmbinării sudate WIG

5.3. Incercări asupra îmbinărilor sudate realizate.

În vederea caracterizării îmbinărilor sudate realizate din MT-MI 23.4 - T_m s-au executat următoarele încercări și analize:

- măsurători de microduritate pe direcțiile caracteristice îmbinărilor sudate;
- încercări de încovoiere prin șoc KCV;
- analize microstructurale;
- examinarea microcompoziției chimice în zonele caracteristice îmbinărilor sudate.

5.3.1. Incercări de microduritate.

S-au efectuat măsurători HV 0,1 în condițiile cap. 4.2.2. pe direcțiile specificate în figura 5.4.

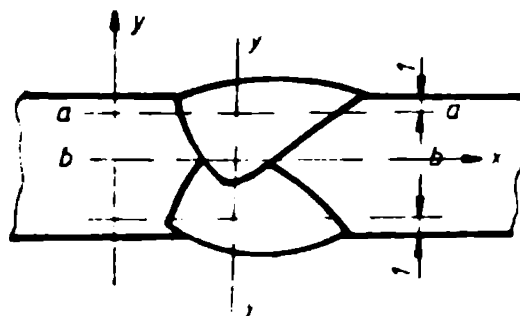


Fig 5.4 Direcțiile de măsurare HV 0,1 în
secțiunea îmbinării

Măsurătorile au fost efectuate cu un pas de 0,5 mm, iar în zonele de trecere cu pas de 0,1 sau 0,2 mm, în zig-zag, pentru a evita măsurătorile eronate.

Măsurătorile de duritate obținute sînt trecute în tabelele anexă 12, 13, 14, 15, 16, pentru care s-au determinat sclerogramele din figurile 5.5; 5.6; 5.7; 5.8 și 5.9.

Valorile de duritate măsurate confirmă concluziile trase în urma asimulărilor de cicluri termice cu privire la reducerea ZIT la numai o zonă de trecere (ZT), unde se pun în evidență valori mari de duritate.

Pentru îmbinarea realizată cu electrozi de nichel, „CASTOLIN 2-44” se evidențiază o zonă de trecere cu valori de duritate apropiate de a metalului de bază. Valori maxime de duritate pentru zona de trecere s-au determinat în ~~stratul~~ stratul de rădăcină, iar pentru cordon, maximele se obțin la ultimele straturi depuse. Se poate remarca variații de duritate între rîndurile depuse în același strat sau suprapuse.

Pentru prima îmbinare MIG, cînd s-a lucrat fără limitarea temperaturii în metalul de bază s-au obținut variații foarte mari ale valorilor de duritate cît și valori medii ridicate în zonele respective (fig. 5.6.). Valori maxime se obțin în zona de trecere și în ~~stratul~~ stratul pentru măsurătorile efectuate sub cordon (fig. 5.6 - a - a).

În cazul îmbinării a doua din tabelul 23.4. s-a folosit procedeul MIG cu ~~straturi~~ **bare** din același material, s-a urmărit ca metalul de bază să nu se supraîncălzească (temperatura limită în straturile a fost de 400°C, considerînd concluziile de la cap.3) Acesta a determinat ca valorile de duritate măsurate să fie mai mici decît la varianta precedentă, în toate zonele caracteristice și în toate direcțiile (fig. 5.7.)

Se observă valori mai mari de duritate în zona de trecere în stratul de rădăcină decît sub cordon, iar valorile de duritate măsurate în stratul prezintă o dispersie mare, cu maxime în stratul de rădăcină.

În fig. 5.8. sînt prezentate valorile de duritate măsurate pe probe de îmbinarea sudată MIG (variantele a doua), în condiții de detensionării prin vibrații (VD). Observațiile care se pot face în această situație sînt similare cu cele de la fig. 5.6.

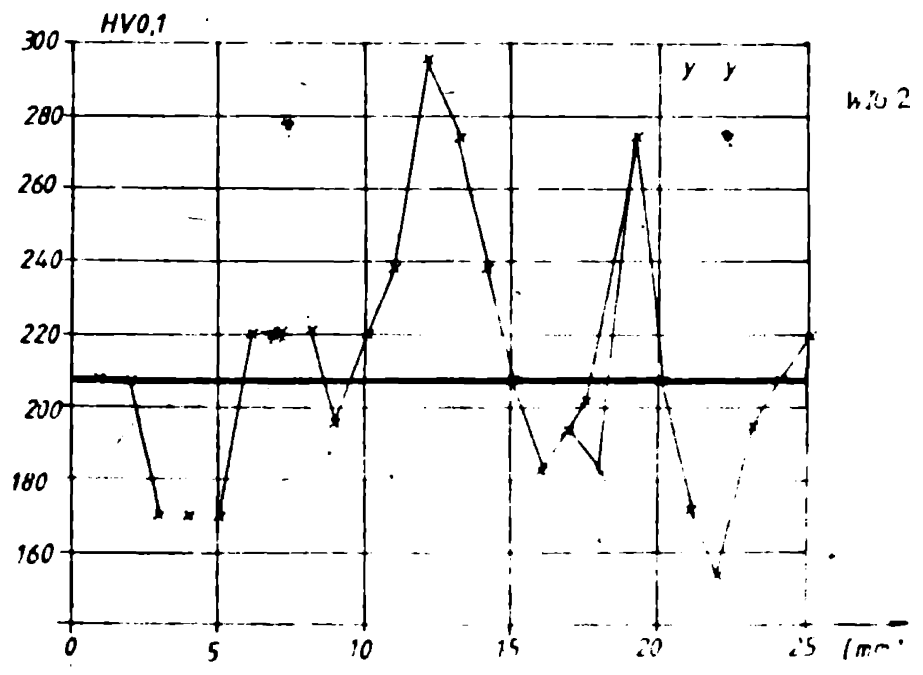
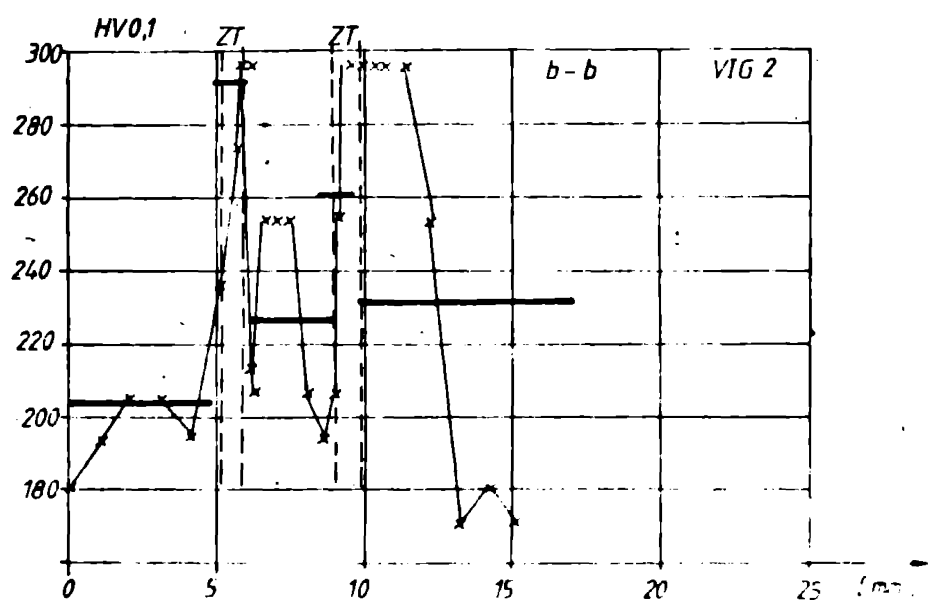
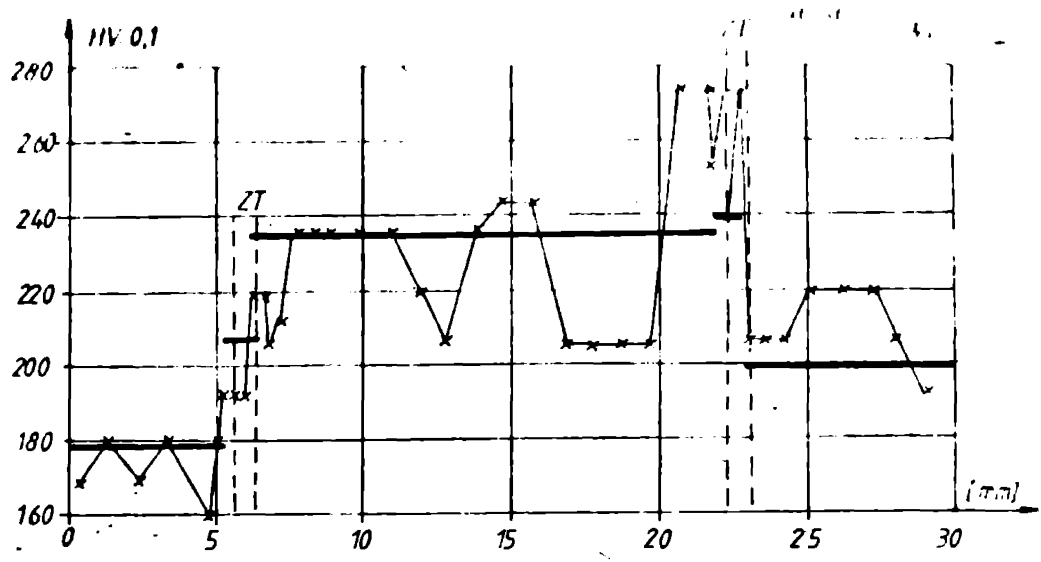


Fig 57 Evoluția microdurității HV0,1 în zonele caracteristice pentru o îmbinare sudată WIG cu bare din MT-Mn 23 - în A după imagine

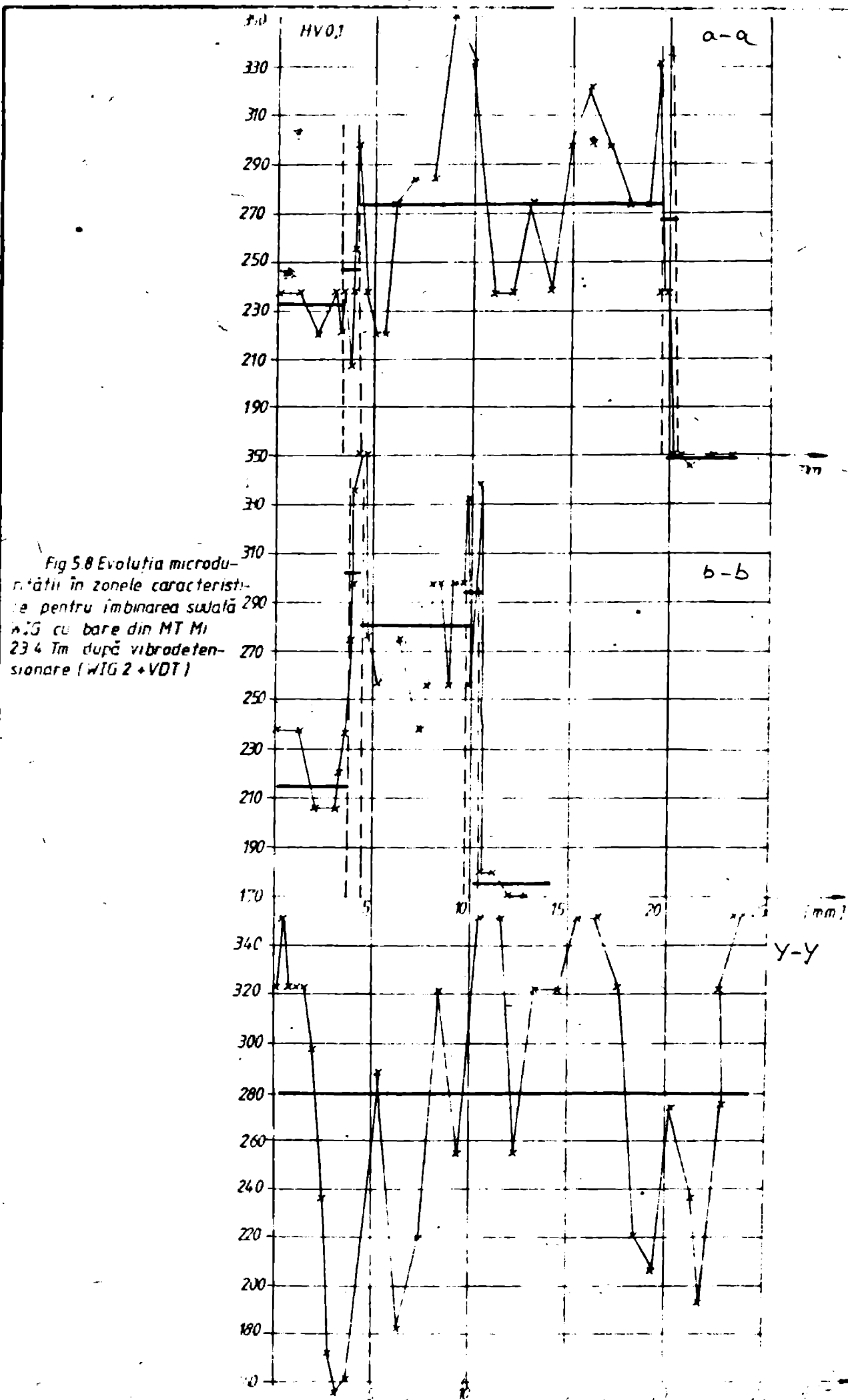


Fig 5.8 Evoluția microdurateții în zonele caracteristice pentru îmbinarea sudată WIG cu bare din MT M1 234 Tm după vibrodetenționare (WIG 2 + VDT)

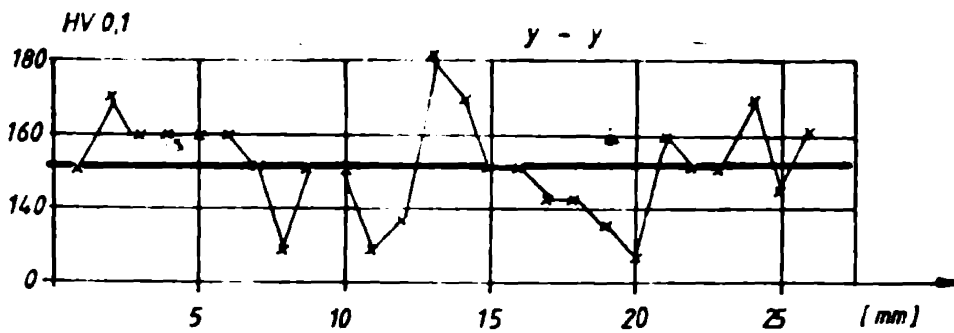
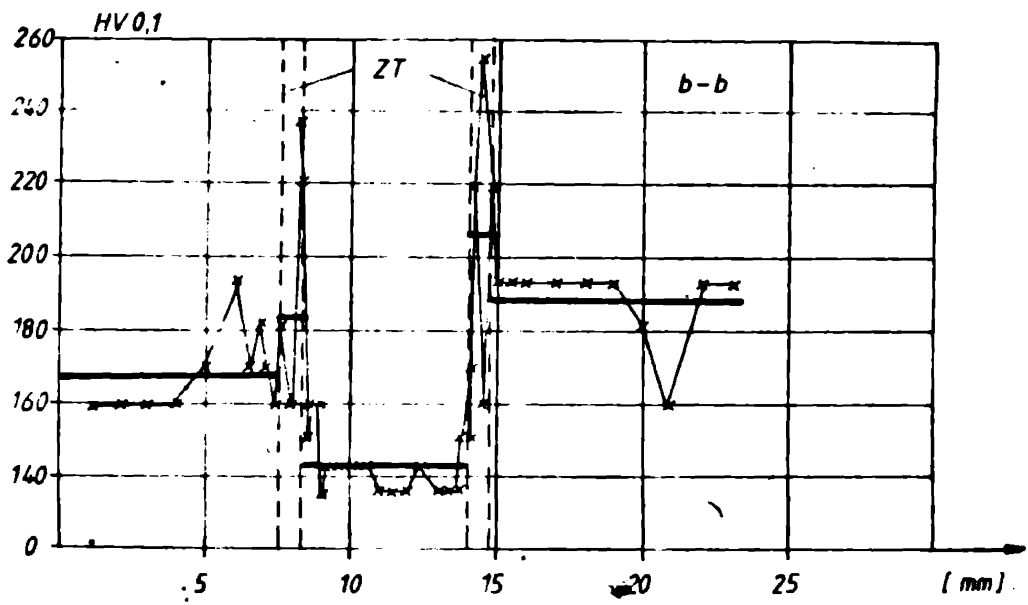
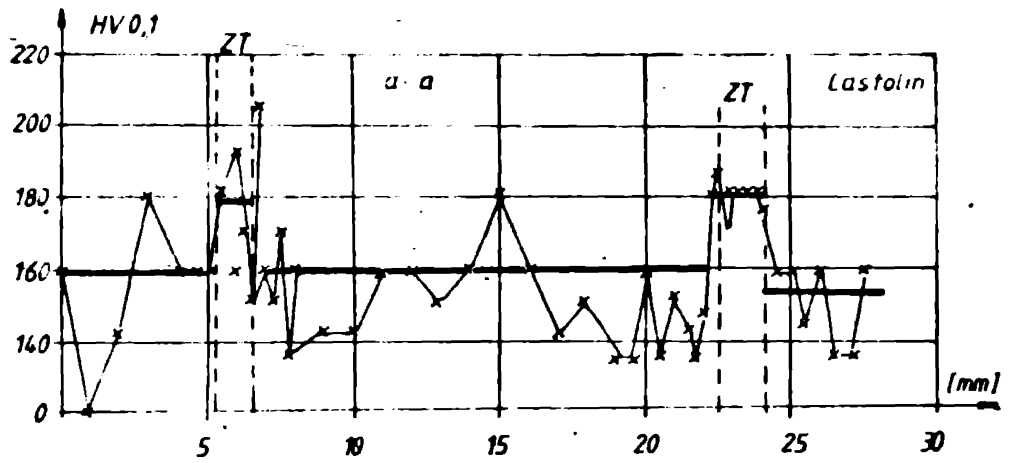
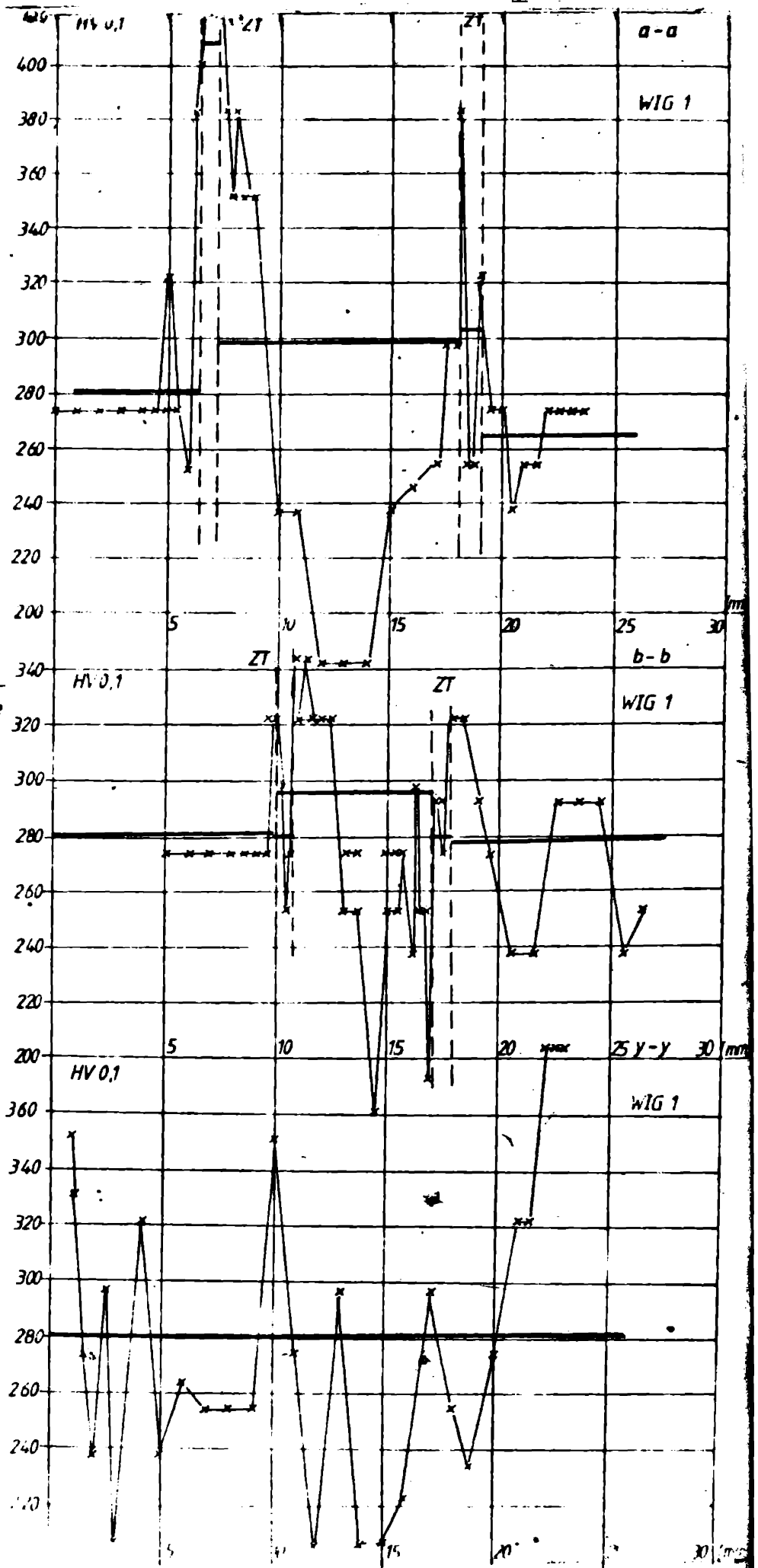


Fig 5.5 Evoluția microdureții HV_{0.1} în zonele caracteristice pentru o îmbinare sudură electrică manuală cu electrozi de nichel (ASTOJIN 2-44)

Fig. 1. Efect a microzonelor caracterizate pe trasa îmbinare 1-2 cu bare din AlSi10Mg (îmbinare WIG 1)



ceea ce denotă imoportunitatea acestui tratament, pentru cazul de față.

Pentru tratamentul de recoacere s-au determinat variații ale durității (fig. 5.9) care pun în evidență o dispersie mult mai mică decât la situațiile precedente. De asemenea, valorile efective sînt minime, în toate zonele caracteristice ale îmbinării ceea ce atrage atenția în mod deosebit asupra eficienței recoacerii asupra caracteristicilor mecanice ale îmbinării sudate.

Măsurătorile de duritate efectuate pun în evidență următoarele aspecte:

- îmbinările sudate folosind procedeul WIG sînt eterogene cu variații mari - la limita maximă - a valorilor de duritate măsurate;

- tratamentul termic de recoacere produce modificări substanțiale (în bine) ceea ce apropie îmbinarea sudată cu electroz de nichel ^{de îmbinare WIG} Rămîne de stabilit care este cea mai eficientă în funcție de situația reală (mărimea piesei, complexitate, cantitatea de material depus, etc.). În general recoacerea este recomandată și pentru stabilizarea constituenților structurali, îmbunătățirea caracteristicilor mecanice (tenacitatea);

- tratamentul de vibrodetensionare nu este oportun;

- îmbinarea sudată la care s-a folosit procedeul WIG și s-a urmărit limitarea încălzirii metalului de bază prezintă valori de duritate mai mici (cu cca. 20 %) decât la prima îmbinare sudată WIG în toate zonele caracteristice îmbinării. Acest fenomen relevă influența negativă a încălzirii materialului de bază în intervalul de temperaturi 400 - 900°C;

- valorile de duritate măsurate în cusătură (y-y) sînt puternic influențate de prelucrarea termică și mecanică aplicate (fig. 5.10). Valorile maxime de duritate se obțin pentru cusăturile realizate cu procedeul WIG și aport mare de căldură (WIG 1) și în urma vibrodetensionării (WIG 2 + VDT). Valorile minime se obțin pentru îmbinarea sudată manual cu electrozi de nichel „CASTOLIN” și îmbinarea sudată WIG și recoaptă (WIG 2 + R). Între aceste extreme se află valorile de duritate măsurate în cusătură pentru îmbinarea WIG la care s-a limitat încălzirea metalului de bază (WIG 2).

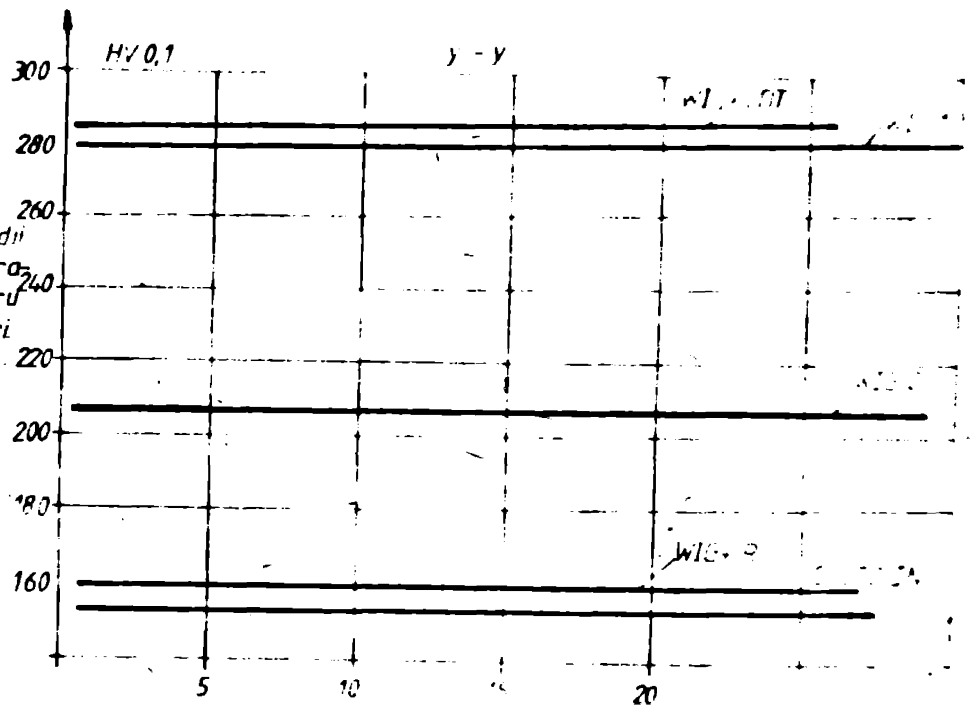
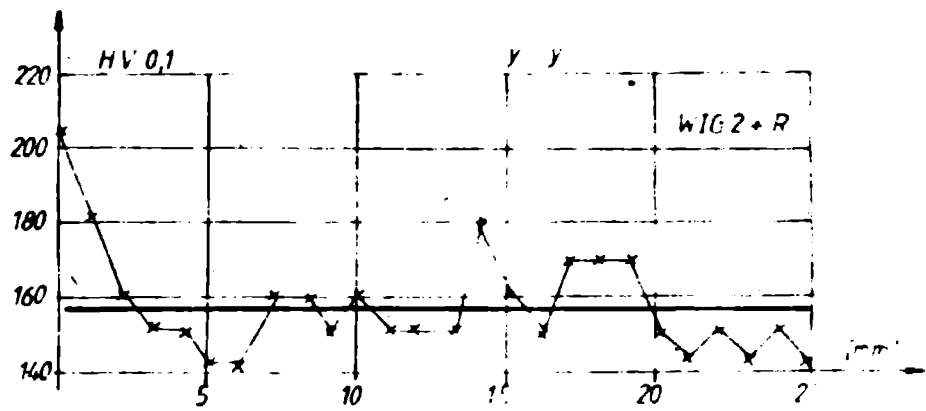
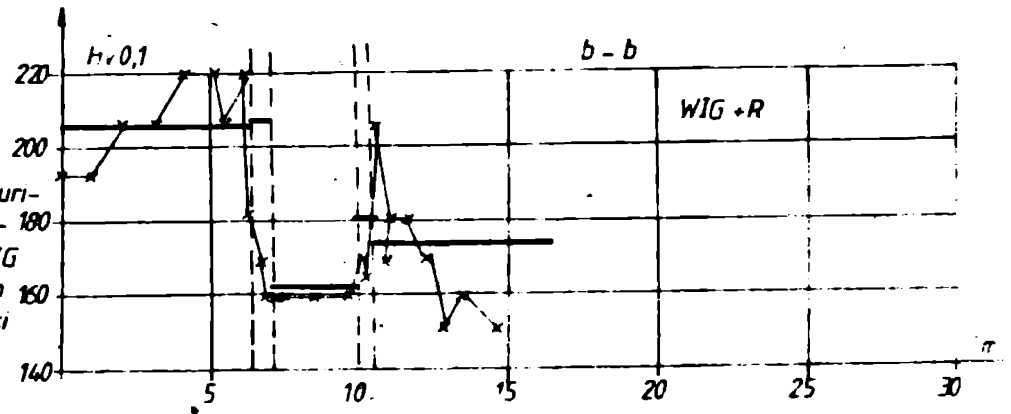
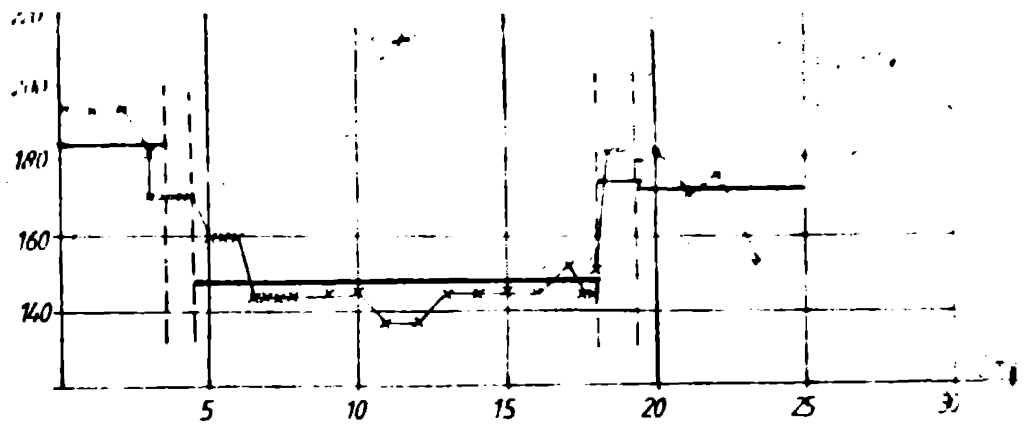


Fig 5.9 Evoluția microduri-
tății în zonele caracteri-
stice pentru îmbinarea WIG
cu bare din MT Mi 234Tm
după vibrodețensie și
recoacere (WIG 2+R)

Fig 5.10 Valorile medii
de duritate HV0,1 măsurate
în cusătura (y-y) pentru
fazele de purificare de îmbinări

4.3.2. Încercări de încovoieră la rece.

Scopul este de a măsura valorile de reziliență și de a verifica dacă s-a realizat epruveta ISO-V debitată în conformitate cu cerințele din standardul EN 10025, încercările desfășurându-se în conformitate cu STAS 7511-1 și STAS 6833-79.

Valorile astfel obținute sunt tratate în tabelul nr. 5.3.1 și în figura nr. 5.11.

Tabel nr. 5.3. Valori KCV pe epruvete debitate din întărituri sudate

Temperatura	KCV [J/m ²]									
	- 190°C		- 150°C		- 100°C		- 50°C		+ 20°C	
Tipul epruvetei	V ₁ - Me ₁	V ₂ - Me ₂	V ₁ - Me ₁	V ₂ - Me ₂	V ₁ - Me ₁	V ₂ - Me ₂	V ₁ - Me ₁	V ₂ - Me ₂	V ₁ - Me ₁	V ₂ - Me ₂
100°C	13,0	13,0	19,0	21,3	19,0	16,3	19,0	16,3	13,0	13,0
150°C	13,5	14,6	17,7	17,1	15,0	17,5	10,3	14,1	13,0	13,0
200°C	13,0	13,0	17,0	16,3	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
250°C	6,3	7,4	7,4	6,0	-	-	-	-	7,4	7,4
300°C	7,0	7,5	7,0	7,0	-	6,0	-	-	7,0	7,0
350°C	6,0	7,5	7,5	6,0	-	-	-	-	6,0	6,0
400°C	5,0	-	-	7,0	-	-	-	-	5,0	5,0
450°C	4,4	5,0	-	-	7,0	6,1	-	-	4,4	4,4
500°C	5,0	-	-	4,4	-	-	-	-	5,0	5,0
550°C	13,0	-	-	15,0	-	-	-	-	13,0	13,0
600°C	13,0	13,0	-	-	15,0	14,0	-	-	13,0	13,0
650°C	13,0	-	-	13,0	-	-	-	-	13,0	13,0

Rezultatele astfel obținute confirmă aspectele următoare: dependența rezilienței de duritate, respectiv faptul că în cazul sudurilor realizate pe cordoșii WIG 1 sau WIG 2 + VD. conținând niobil, duritatea mare în cordoș și rezultatele scăzute de reziliență sunt tratate în mod adecvat de rețeaua de niobil. În cazul sudurilor realizate pe cordoșii de nichel...

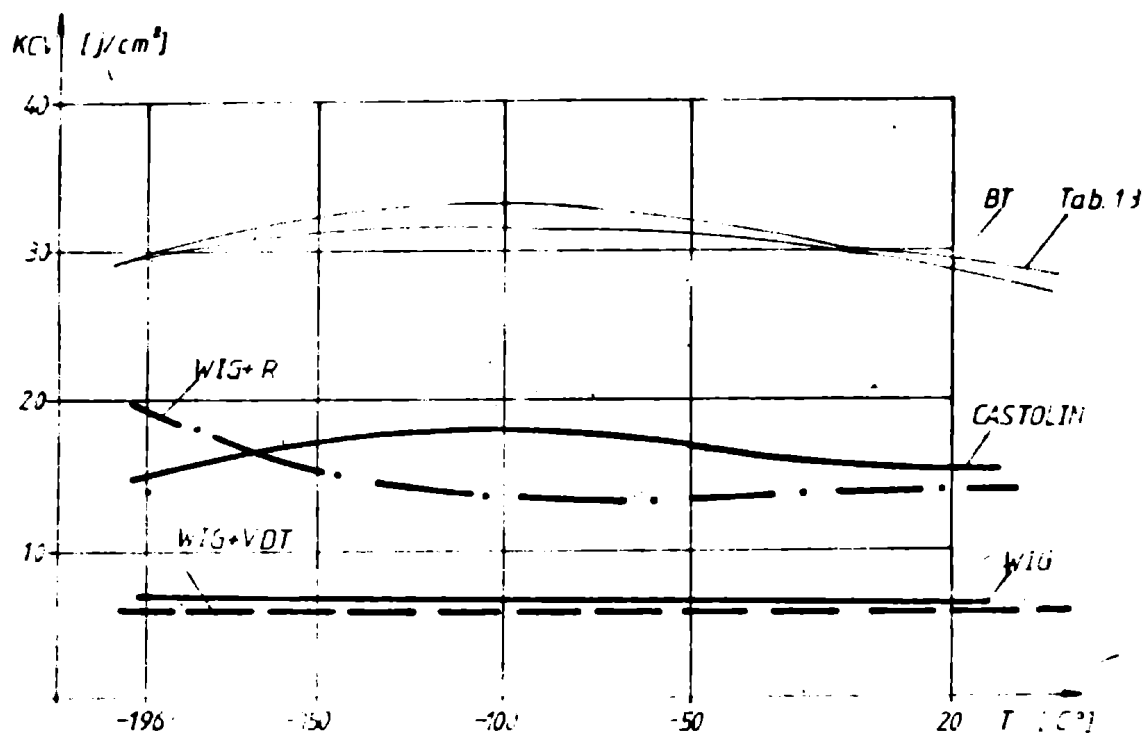


Fig 5.11 Variația rezistenței KCV pentru probe prelevate din îmbinări sudate sudate + tratament termic și sudat + tratament mecanic.

Valorile de reziliență obținute mai ridicate și faptul că nu se pot realiza structuri sudate de rezistență din MT-MI 23.42m datorită rezultatelor mai mici de 2,8 kJ/cm măsurate la temperatură de lucru (-196°C). Acest aspect conduce la reconsiderarea selectivă procesului tehnologic de sudare numai la realizarea defectelor la turnare sau la realizarea unor structuri subțiri solicitate la sarcini și de mică importanță.

5.3.3. Analize metalografice.

Microstructurile caracteristice zonelor îmbinării sudate pentru cele trei situații (îmbinare sudată mecanică cu electrod c. 1; îmbinare sudată WIG netratată și tratată termic) sunt prezentate în figurile 5.12; 5.13; 5.14.

Pentru îmbinările sudate și netratate termic (Fig. 5.12 și 5.13) se definesc clar zonele caracteristice îmbinării sudate:

... / ...

re. activ:

1) Se realizează o etapă tercio a materialului în bază de...
2) ...
3) ...

4) ...
5) ...
6) ...

7) ...

8) ...

9) ...

10) ...

11) ...

12) ...

13) ...

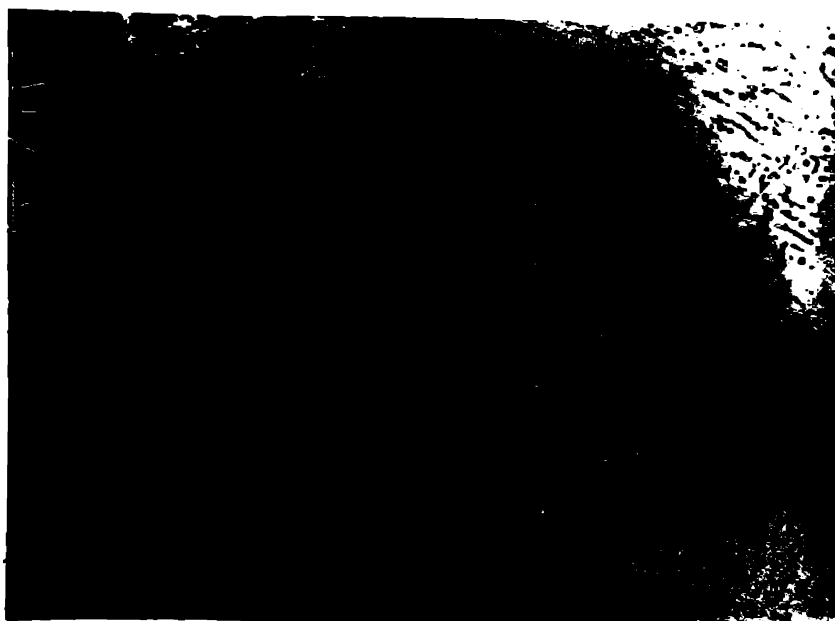
14) ...



1. B

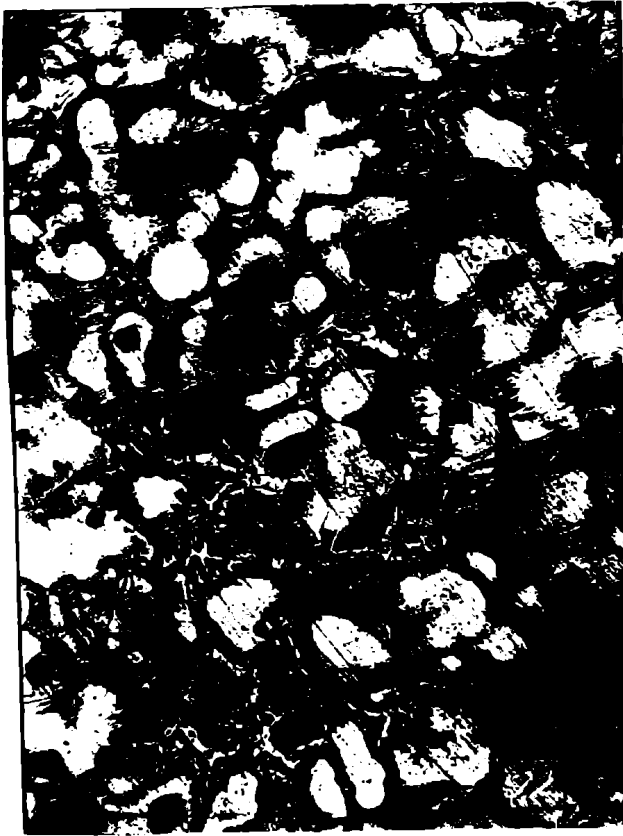


2. C



3. D

Fig.5.12 - Zonele caracteristice ale fimbrii cãdate cu electrozi de nichel -DAS 2011 2-41; x 100



C.S.



Z.T.

13) Caracteristicile ale îmbinării ...
106

Pentru îmbinarea sudată MIG și recoaptă (fig. 5.14) se pun în evidență următoarele aspecte:

- influența tratamentului termic de recoacere asupra M.B. prin eliminarea eutecticului intercristalin;

- transformarea structurii ledeburitice din C.S. în -
tr-o structură austenitică și grafit punctiform;

- omogenizarea zonei de trecere cu păstrarea subzone-
lor enumerate anterior;

- eliberarea tensiunilor interne la nivel de grăunți
acumulate în timpul turnării și sudării sub formă de moclări.
Direcțiile de moclare termică corespund zonelor de imperfecțiuni
de rețea din austenită, respectiv zone supraîncălzite în condiții
difuzat și elemente de aliere.

5.3.4. Examinarea microcompoziției chimice

Pentru îmbinările sudate prin procedul MIG, s-a efectuat o cercetare a microcompoziției chimice asupra lor caracteristice (metal de bază - M.B.; zonă de trecere - Z.T. și cordo-
n de sudură - C.S.) în condițiile capitolului 4.2.5.

În figura 5.15 5.20 sînt reduse distribuțiile
elementelor cercetate pentru zonele considerate.

Urmărind distribuția elementelor componente pe micro-
zonele considerate în M.B.; Z.T.; și C.S., se remarcă următoarele as-
pecte:

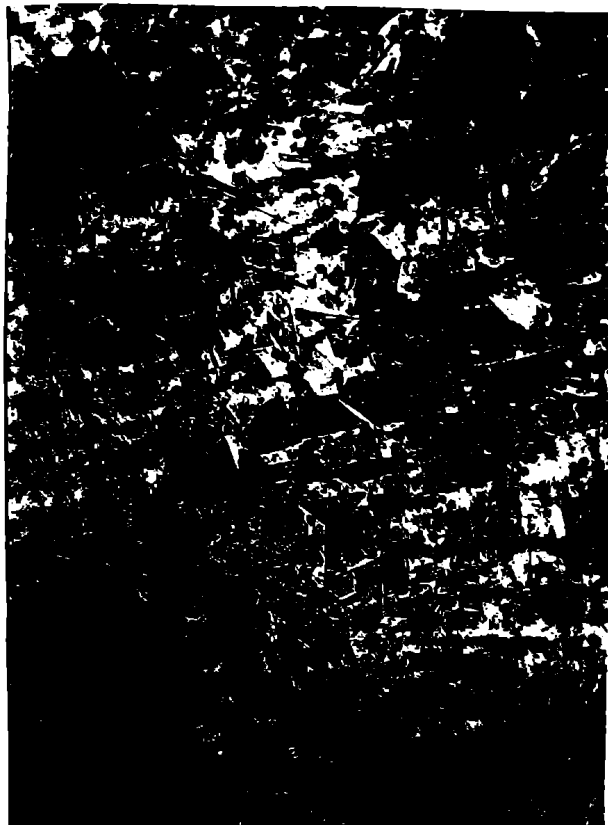
- metalul de bază brut turnat prezintă neomogenități
ale elementelor de aliere (fig. 5.1) localizat la limita dintre
grăunți. Aceste neomogenități sînt foarte înalte și în cea ce de-
notă o slabă aliere (difuzie) a nichelului în fier. După recoacere,
structura metalului de bază se omogenizează.

- zona de trecere nu prezintă variații mari de ele-
mente de aliere, pentru ambele situații, ceea ce denotă omogeni-
tatea acesteia în urma încălzirii și turnării paralele.

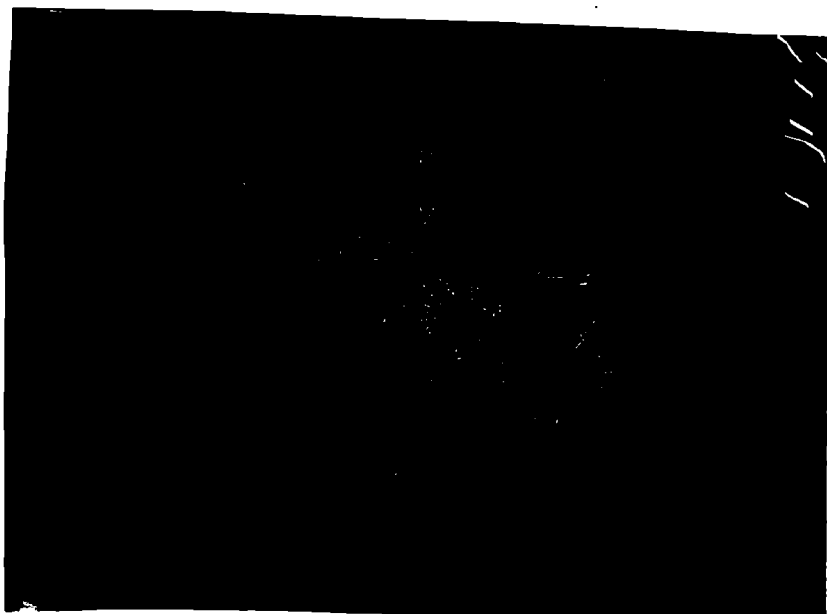
- cusătura sudată obținută prin procedul MIG este
de tip ledeburitic, formată din austenită bogată aliată cu Ni și



B.

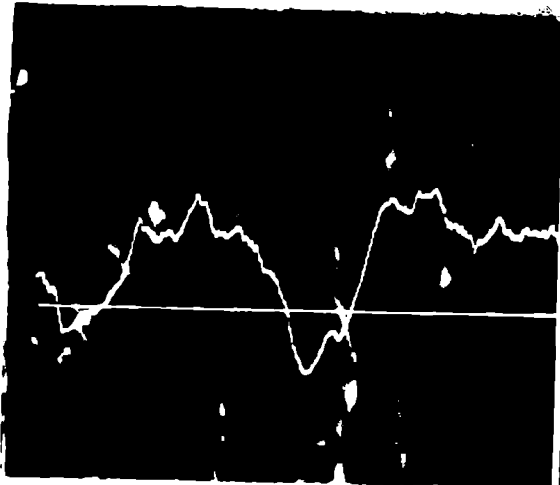


C.S.



Z.T.

Fig. 5.14. Caracteristicile ale îmbinării
cu al. WIG, recompute ; x 100

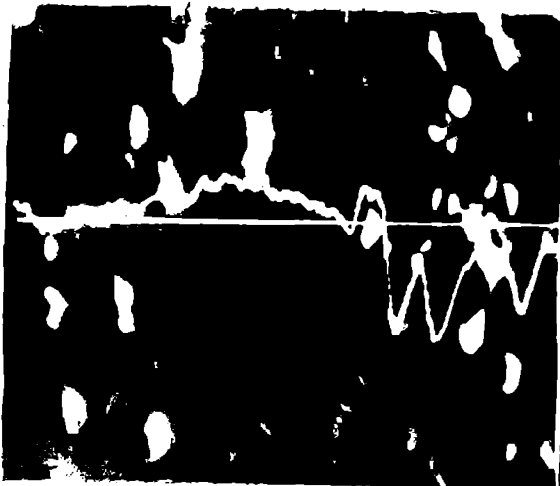


Imagine de compoziție și variație Si



Repartiție III

Fig. 5.15. Distribuția elementelor compo -

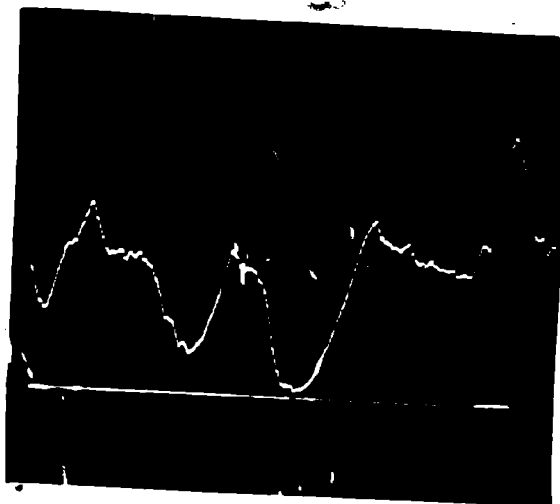


Imagine de compoziție și variație Si



Repartiție III

Fig. 5.16. Distribuția elementelor compo -

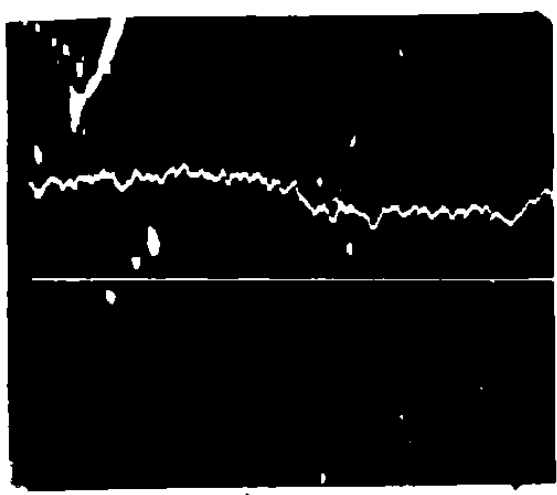


Imagine de compoziție și variație Si

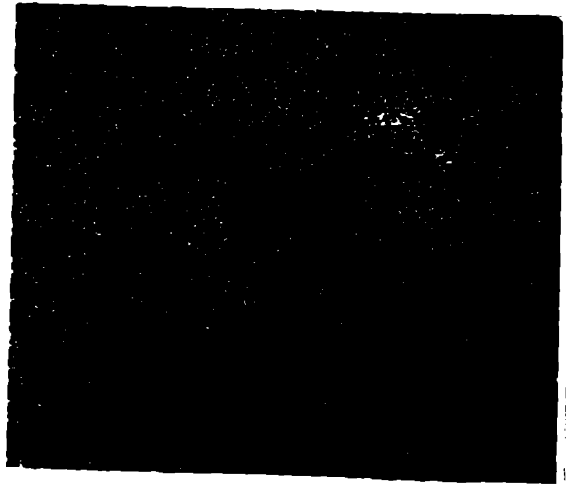


Repartiție III

Fig. 5.17. Distribuția elementelor compo -

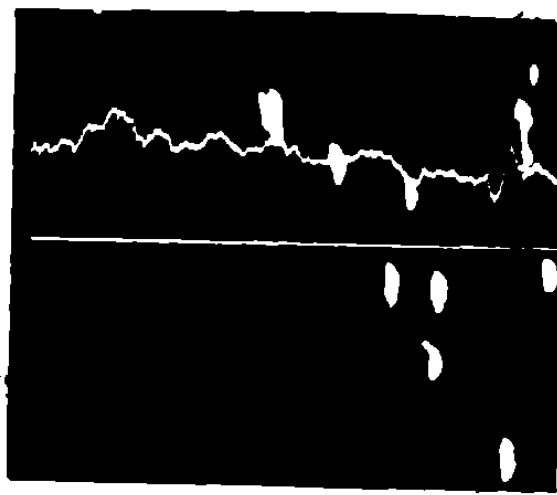


Imagine de compoziție și variație

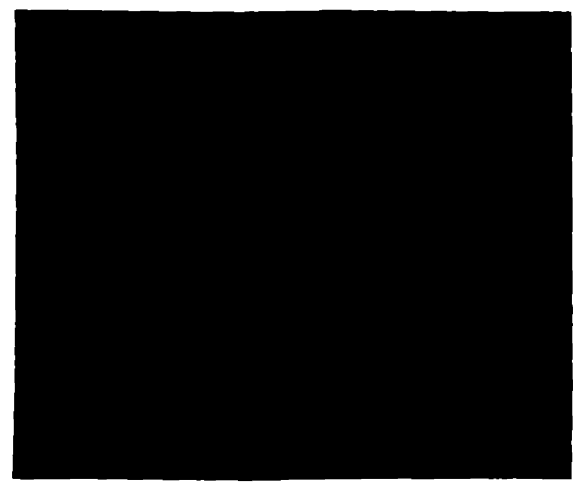


Repartiție

Fig. 5.18 - Distribuția elementelor

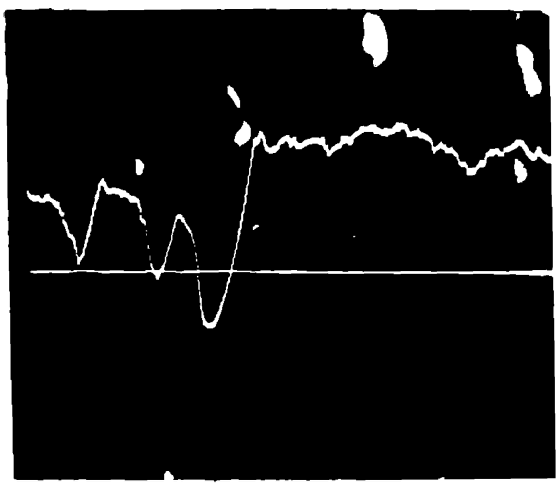


Imagine de compoziție și variație Si

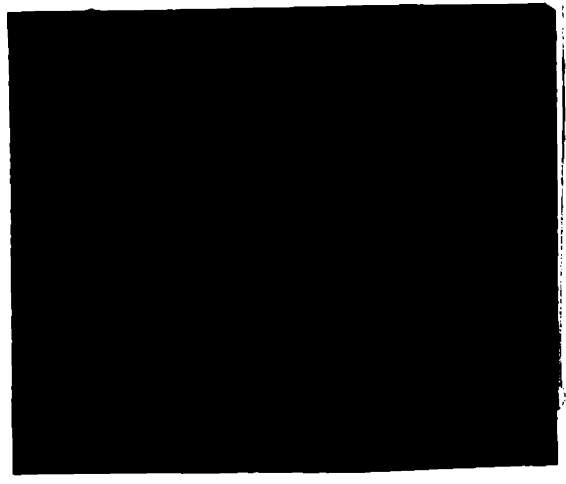


Repartiție Si

Fig.5.19 - Distribuția elementelor compo -

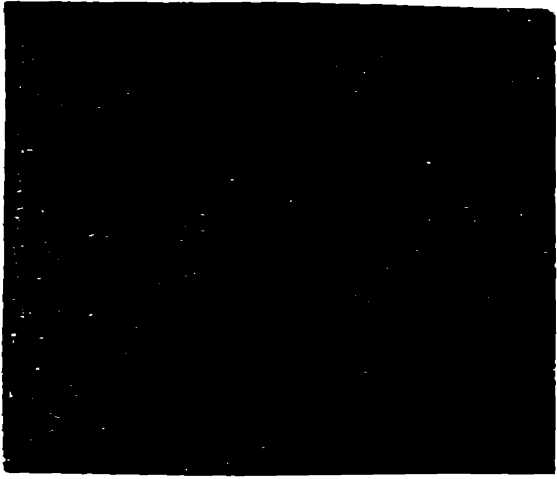


Imagine de compoziție și variație Si



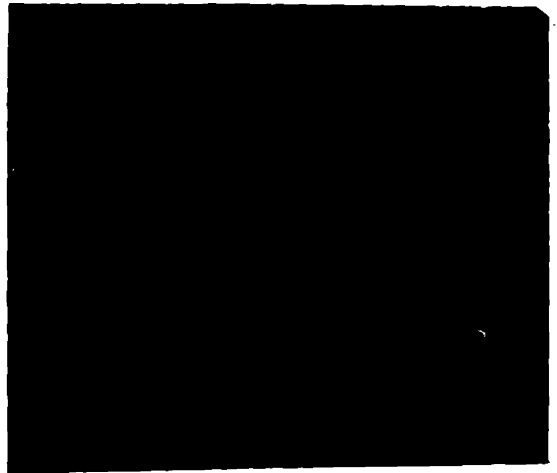
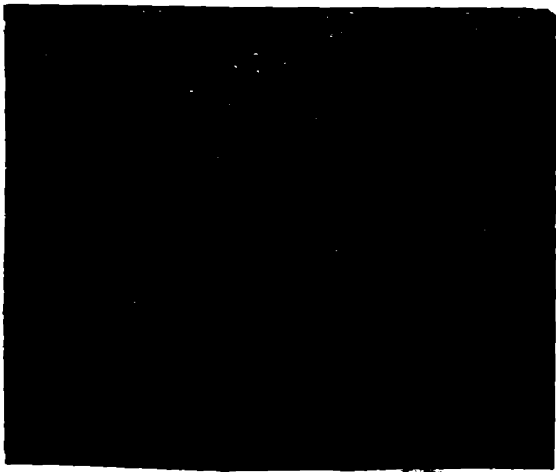
Repartiție Si

Fig. 5.20-Distribuția elementelor compo -



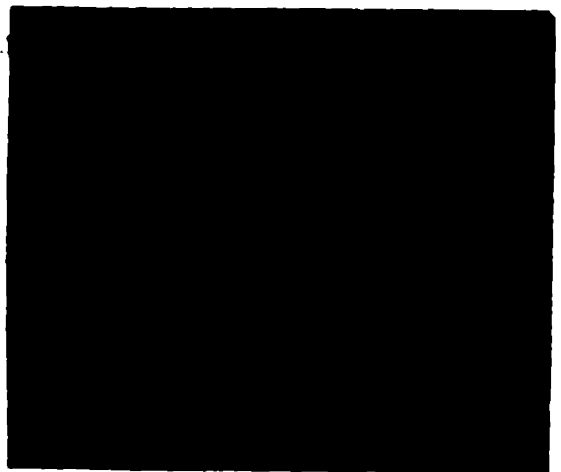
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

...



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

...



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

carburi complexe de tipul $(Fe, M)_3C$ aliate la nivelul lor cu Ni. Această aliere cu Ni a austenitei și carburilor face ca repartiția nichelului să nu fie preferențială, regizându-se în ambii constituenți. După recăzere (fig. 5.20) microcompoziția chimică a cusăturii sudate este uniformă, observându-se o concentrare de nichel în punctul de intersecție (amorsare) a segregărilor (macle). Aceasta confirmă ipoteza teoretică a formării tensiunilor interne la nivel de subgrăunți datorită eterogenității provocate de blocarea difuziei unor elemente chimice, care apoi amorsează (la încălzire) deplasările sub formă de macle.

5.4. Concluzii.

Din studiul realizat global în cadrul proiectului de cercetare, realizat în diferite procedee, urmărirea de natură metalografică și metalurgică a tratamentelor post sudate și corelarea cu rezultatele obținute în capitolele precedente se poate afirma:

- la îmbinările sudate din ST-MI 23.4-80 se poate evidenția o bună influențată termică stabilă a metalului de bază din oțel; se realizează numai o mică deplasare a caracteristicilor mecanice;

- îmbinările sudate fotografiate prin metoda MIG (fig. 5.20) din ST-MI 23.4-80 recăzute la $230^{\circ}C$ prezintă la care se realizează și fizice comparabile cu cele realizate în condiții de încălzire electrică, manual, cu electrodul de tipul „GTWOMI”. Acest lucru este datorat în principal procedurii de încălzire și recăzere pe fatonită foarte substantială și caracteristicilor metalurgice.

Valorile de reziliență determinate în cadrul proiectului de cercetare sunt, determinate în condiții de testare limitate și, de aceea, trebuie considerate pentru tratamentul termic de lucru la temperaturi variabile și pe durata temperaturii de $-196^{\circ}C$. Aceste valori sunt în acord cu procedeele de sudare (MIG și electrod manual) care prezintă o bună repartiție a nichelului numai pentru recăzere la temperaturi de încălzire.

Capitolul 6

APLICĂȚIILE ALE METALIZILOR 23.4-Tm ELABORATE.

Deși producția mondială de fontă sustenabilă este în creștere, modelul de distribuție este încă în mare măsură modular (vezi Fig. 23.4 și 23.11), se folosesc piese variate cu greutatea de la 100 kg pentru fontă variată.

6.1. Domenii de folosire

Principalele domenii de utilizare ale fontă sustenabilă cu grafit modular 23.4-Tm sunt:

- a) rețea, care implică o comportare adecvată la temperaturi joase (înălțime, greutate etc.);
- b) piese rezistente la oxidare, în condiții de temperaturi până la 500°C (rețea, țevi, țevi etc.);
- c) aplicații care pun în evidență proprietățile de dilatare specifică, rezistență la dilatare, conductibilitate electrică și caracteristici mecanice;

6.2. Domenii de temperaturi joase.

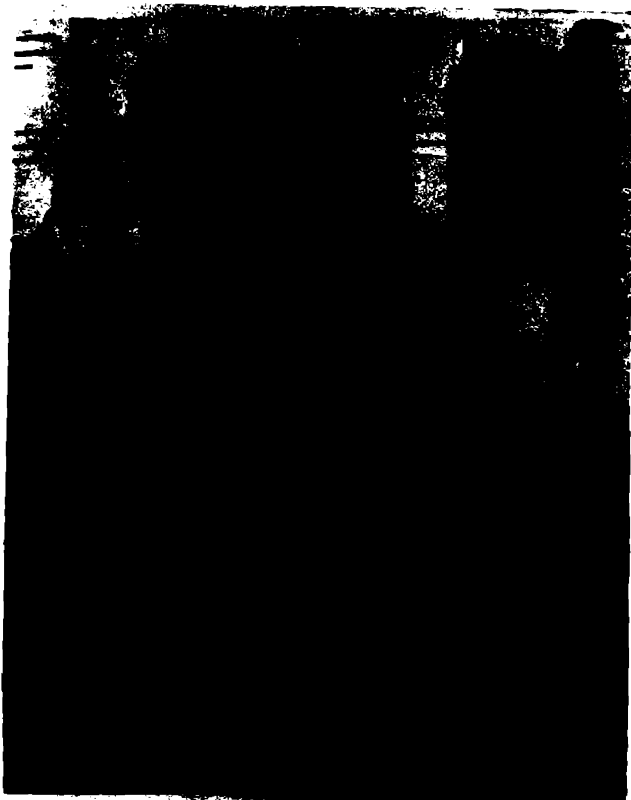
Fontă sustenabilă este utilizată în aplicații de temperaturi joase și în aplicații de temperaturi medii până la temperaturi mai mici de -100°C a căror utilizare este în domeniul de temperaturi joase. În domeniul de temperaturi joase, fontă sustenabilă este utilizată în aplicații de temperaturi joase: industria chimică, producția de energie nucleară.

Industria chimică folosește instalații criogenice pentru separarea gazelor de distilare a etilenei, producerea caudalei de etilenă și separarea etilenei. În instalațiile de etilenă, etilena este separată de temperaturi joase și necesită separare la -100°C de fierbere (-101,9°C), respectiv temperaturi de -130°C... -150°C în coloane de distilare, în funcție de presiunea existentă. Aceste temperaturi se întâlnesc în coloanele de separare a etilenei și purificării etilenei. Instalațiile și utilajele care lucrează la aceste temperaturi pot fi folosite de piese turnate din fontă sustenabilă și din oțeluri inoxidabile turnate.

... / ...

sustenitică cu grafit nodular.

Un exemplu de piesă turnată îl reprezintă cilindrul compresorului de etilenă produs de firma „REINVLID N.V.” - Delf -



Hollande.

În fig.6.1.este prezentat cilindrul după doz batere, caracteristicile elaborării fiind:

- greutatea metalului turnat = 2.500 kg;
- coeficientul de scocare = 60 %;
- timp de turnare de 32 s;
- temperatură de turnare = 1525°C;
- diametrul maseletei = 120 mm.
- înălțimea maseletei = 200 mm.

Fig.6.1.-Cilindrul compresorului de etilenă care funcționează la - 103°C din Ni-Resist D-2M (fina NiMn 23.4)

Stația de comprimare a etilenei construită de firma de mai sus este compusă din trei compresoare, cu câte doi cilindri orizontali fiecare legați în serie. Din cei 6 cilindri 4 sînt turnați din fina -NiMn 23.4.

In USA instalațiile de comprimare pentru metan și alte gaze care se comprimă la temperaturi joase folosesc pistoane și fittinguri din fina -NiMn 23.4.

De asemenea, în tehnica lichefierii aerului și evaporarea fracționată a acestuia pentru obținerea azotului, oxigenului, argonului etc. se folosesc multe rotoare turnate din această fină. Cîteva piese turnate din instalațiile de lichefiere a aerului sînt prezentate în fig.6.2.

Un alt domeniu, în plină ascensiune, care utilizează tehnici pentru domenii organice este transportul și stocarea gazelor naturale, a produselor chimice gazoase (etilenă, propilenă, bioxid de carbon etc) și a produselor rezultate din distilarea



a)



b)

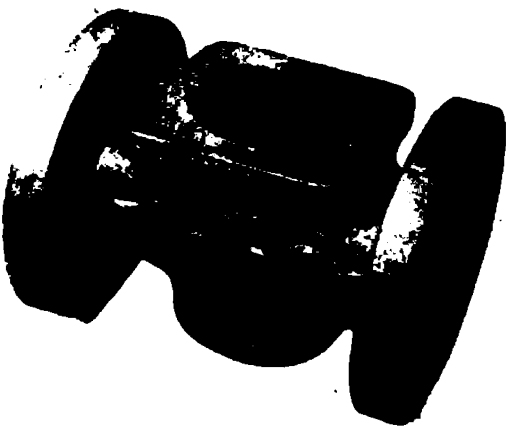


Fig.6.2. Pièce din figa MI-M 23.4 : a) corp pompe; b) corp ventil; c) corp de pompă secționat.

...ului lichid (azot, oxigen, argon etc.). Astfel se poate explica faptul că pompele de încălzire pentru vasele de transport "MAGYON" și "MAGYON" - Franța, sunt executate în figa MI-M 23.4, de către firma POMPE GUINARD, ST.CLOD (S.A.). Acest vas este destinat transportului de metan sau etilenă lichide.

Pe plan național nu s-au identificat instalații care să aibă în componență repere din figa MI-M 23.4, deși au fost date documentații aferente fabricilor de oxigen și stațiilor de comprimare de etilenă. Majoritatea reperelor care lucrează la temperaturi joase sunt executate din oțeluri inoxidabile sau din aliaje neferoase. În acest context se poate evidenția posibilitatea înlocuirii acestor repere, în execuție sau în schiță, realizate cu piere turnate din figa MI-M 23.4-Ta elaborate.

... / ...

Acest lucru se impune cu stringență în stadiul actual de asimilare și reducere a importurilor cu tehnică indigenă, în special în industria chimică și la fabricarea, transportul și stocarea oxigenului, argonului, azotului etc.

6.2. Avantajele tehnico-economice ale folosirii MT-MI 23.4 -Tm elaborate.

Din studierea documentațiilor referitoare la rețele de schimb destinate fabricilor de oxigen care funcționează în țară, s-au reținut pentru studiu comparativ câteva subansamble importante de la firma FERD BRUNNBAUER K.G. - Austria. Aceste subansamble sînt de tipul supapelor de suprapresiune și a robinetelor de reglare automată cu membrană a circuitului ventile de reținere și distribuție a fluidului.

Majoritatea reperelor sînt executate din oțeluri inoxidabile turnate sau laminete. Oțelurile inoxidabile turnate folosite sînt: W 1.4401 (G x Cr Ni 18.10); W 1.4410 (G x Cr Ni 18.9); 1.6903 (G x Cr Ni Mo Ti 18.11) pentru rețeaua de tip carcasă (corp capac supapă, scaun supapă, talere etc.). Pentru diferite dimensiuni nominale și complexități se percep prețuri cuprinse între 33 - 76 dolari/kg, produs, ceea ce conduce (pentru o convertire de 30 L = 1 dolar) la prețuri specifice de 1140 - 2280 lei/kg.

Pentru estimarea avantajelor tehnico-economice ale MT-MI 23.4-Tm comparativ cu oțelurile inoxidabile turnate considerate se urmăresc aspectele de mai jos:

a) Caracteristicile mecanice ale materialelor considerate sînt prezentate comparativ în tabelul 6.1. completat cu datele din prezenta lucrare și STAS 10718-82 pentru oțelurile NiCr180; T 10NiCr.180 și T 15 Mo Ni Cr - 180.

Valorile de reziliență KCV la + 20°C pentru MT-MI 23.4-Tm sînt mult mai mici decît ale oțelurilor inoxidabile turnate (2,9 daJ/cm² față de 7...15 daJ/cm²) dar nu mai mici decît valoarea admisă de 2,8 daJ/cm². Se observă că în ceea ce privește limitele de curgere Rp 0,2, sînt apropiate, ceea ce conduce la aceeași valori de eforturi admisibile pentru calcule de rezistență. În vederea și comportarea similară la acțiunea mediilor corozive, la proiectarea pieselor turnate din MT-MI 23.4-Tm se vor considera numai condițiile constructive ale formei piesei, comparativ cu cele turnate din oțel inoxidabil, dimensiunile rămînd aceleași.

Tabela 6.1. - Caracteristicile mecanice comparative ale oțelului inoxidabil turnat și MT-MI 23.4-Ta elaborată.

Nr. crt. mecanice	Caracteristici	Oțeluri ^{*)} inoxidabile	MT-MI 23.4-Ta ^{**)}	Diff. %)
1.	$R_{0,2}$ [daN/mm ²]	170...240 215	265...272 270	+ 56,3
2.	R_m [daN/mm ²]	470...510 490	484...510 487	+ 1,5
3.	A_5 [%]	20...25 22,5	16...29 24	+ 6,25

*) - cearșă mecanică după întărire;

**) - abateri față de valorile medii ale oțelurilor inoxidabile turnate și tratate termic.

Alte caracteristici ale valorilor de reziliență (după metoda Charpy cu ciocanul standard, de 2,8 daN/cm²) ca și la lăcășul de fier a fontei elaborate până la reparațiile care sînt solicitate.

b) Compararea la turnare avantajelor fontei

MT-MI 23.4 - la fonta de oțelurile turnate datorită următoarelor caracteristici:

- temperatura de topire a fontei MT-MI 23.4-Ta (1200°C) mai mică decît a oțelului inoxidabil turnat T 13 (1450°C), datorită faptului că fonta este un aliaj eutectic. Temperatură mai mică implică un consum mai mic de energie pentru topire și răcire la temperatura de topire.

- contracția pieselor turnate din fontă este mai mică (1,3%) decît cele turnate din oțel inoxidabil (2,3%) ceea ce permite realizarea pereților subțiri și a formelor complexe.

- dilatarea inițială caracteristică numai fontei datorită procesului de grafitezare, are valori maxime pentru fontele cu grafit nodular (0,6 ... 0,8%), ceea ce conduce la o umplere superioară a formelor, comparativ cu oțelurile turnate [43]. Acest fenomen de dilatare inițială micșorează simțitor contracția și, ca urmare, tendința de formare a tensiunilor temporare și a crăpăturilor la cold.

- fluiditatea ridicată a fontelor cu grafit nodular (750 ... 1100 mm lungimea spiralei pentru proba de fluiditate) în comparație cu oțelurile turnate și oțelurile turnate asigură o calitate

tate superioară pieselor realizate. La o calitate ridicată conduce și tratarea cu magneziu care produce o degazare puternică a lichidului, micșorarea vâscozității și implicit mărirea fluidității.

c) Comportarea la prelucrarea prin aşchiere mult mai bună (în cazul pieselor turnate și recoapte) a MT-MI 23.4-Tm față de oțelurile inoxidabile turnate datorită durităților mai mici și a lipsei cromului din compoziția fontei.

d) Dilatația liniară medie a fontelor austenitice cu grafit nodular în intervalul $+ 20^{\circ}\text{C} \dots - 196^{\circ}\text{C}$ 56 . scade simțitor ($\alpha = 14,5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) ceea ce mai adaugă încă un avantaj față de oțelurile inoxidabile ($\alpha = 17,5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

6.3. Eficiența economică a folosirii MT-MI 23.4 -Tm

Pentru estimarea eficienței tehnico-economice de introducere, pe plan național, a fontei elaborate în execuția de referență turnate pentru subansamble și instalații criogenice s-a apelat la situația supapelor de suprapresiune pentru oxigen lichid care echipează stocatoarele de oxigen. Aceste supape se importau la un preț mediu de 62,2 dolari USA/kg. produs, fapt care a determinat asimilarea lor în execuție internă. Variante de execuție proiectată la „FRIGOTELNICA” București și produsă la I. B. C. Făgăraș este complet sudată, folosindu-se numai repere din oțeluri inoxidabile Cr-Ni 18/8, la un preț de aproximativ 550 lei/kg. Din desenul de ansamblu al supapei de siguranță anexat s-au extras câteva repere care pot fi executate în construcție turnată din oțel inoxidabil turnat sau fontă MT-MI 23.4-Tm.

În vederea corelării prețurilor de fabricație ale reperului „CORP INFERIOR” în cele trei variante: construcție sudată din laminat de oțel inoxidabil, turnat din T 15 Ti MoNiCr 180 sau turnat din MT-MI 23.4-Tm, s-au executat următoarele activități cu prinse în anexă:

- anexa 17 - Fișă tehnologică de execuție a corpului inferior în construcție sudată;

- anexa 18 - listă consum materiale pentru execuția corpului inferior în construcție sudată;

- anexa 19 - Fișă tehnologică de execuție a corpului inferior în construcție turnată;

... / ...

- anexa 20 - Antecalculația de preț de cost comparativ pentru cele trei variante;
- anexa 21 - Antecalculația de preț de cost comparativ pentru cele trei variante;
- anexa 22 - Antecalculația de preț de cost comparativ pentru cele trei variante.

Normarea tehnică a fost făcută în conformitate cu normativele M.I.C... vol.1/1961, calculația prețurilor pentru produse turnate după Decretul nr.380/1964, Art.3 pentru piese brut turnate din fontă, oțel și neferoase iar antecalculația de preț de cost pe prețuri după regulile practicate în IABUDP-Dorohoi.

În baza datelor calculate se întocmește tabelul 6.2. pentru compararea valorilor de preț de cost pentru reperul corp inferior și pentru supapa de siguranță în ansamblu.

Tabelul 6.2. - Corelarea comparativă a prețurilor de cost calculate în anexa.

Nr. crt.	Element discutat	Varianta			MP-3123.4-1964
		import	Construc- ție indus- triale	Oțel inox. turnat	
0	1	2	3	4	5
1.	Preț cost pentru reperul corp inferior	-	4805	2341	1366
2.	Preț cost variante turnate comparativ cu sugat %	-	100	49,8	40,6
3.	Preț unitate reper COA 1000 10kg	-	8,805	17,360	17,22
4.	Preț cost unitar pe kg. produs lei/kg	-	533,4	134,85	109,31
5.	Preț cost unitar variante turnate comparativ cu su- gate	-	100	25,3	20,6
6.	Preț cost : manufacturate și materii prime lei/kg	-	71,25	23,22*	33,07
				Anexa 23	Anexa 20
7.	Total reper care pot fi înlocuite cu variante de reper turnat	-	- 23	+ 45	+ 45
	/

	0	1	2	3	4	5
8. Preț cost în variantă sudată				15.000		
sudat + turnat inox lei		-	-	-	8800	7678
sudat + turnat fontă lei						
9. Preț cost unitar supapă					*)	**)
lei/kg		1244	536	183,4		160

*) - variantă sudat + turnat inox

**) - variantă sudat + turnat fontă,

In final rezultă următoarele concluzii:

- introducînd în execuția ansamblului „Supapă de presiune” reperi turnate din oțel inoxidabil T 15 Ti MoNiCr 180 sau fontă MT-MI 23.4-Tm se obțin prețuri de cost cu 41,2 % și 48,8 % mai mici decît pentru produsul obținut în construcție sudată;

- piesele turnate din fontă MT-MI 23.4 -Tm sînt mai ieftine cu 18,5 % față de cele turnate din oțel inoxidabil, deși încărcătura pentru 1 kg de aliaj lichid costă mai mult cu 42,5 %. Diferența rezidă din prelucrările termice aferente piesei brut turnate din oțel și cheltuielile de elaborare suplimentare.

- toate variantele sînt eficiente în ceea ce privește înlocuirea importurilor.

- economia care s-ar putea realiza anual prin introducerea reperelor turnate din MT-MI 23.4- Tm în execuția a 100 supape de suprapresiune de acest tip se poate evalua la aproximativ 0,8 mil. lei.

Tinînd cont de diversitatea domeniilor criogenice care implică piese turnate în locul celor din import sau în variante sudate sau turnate din oțeluri inoxidabile se poate evidenția un important beneficiu financiar.

Capitolul 7

CONSIDERAȚII GENERALE ȘI PROBLEME DE VIITOR.

Din coraborarea necesității de asigurare a economiei naționale cu materiale și produse realizate în țară cu dezideratele economice legate de utilizarea rațională a materialelor și energiei apare la adevărată amploare importanța cunoașterii comportării mecanice a fontelor aliate în domeniul criogenic.

Fontele austenitice cu grafit nodular înalt aliate cu nichel și mangan, respectiv compoziția elaborată au caracteristici mecanice apropiate de cele ale oțelurilor inoxidabile austenitice turnate, putând fi folosite până la temperaturi de -196°C .

Până la această lucrare nu s-au elaborat cercetări amănunțite privind caracterizarea acestei fonte pe plan național, ceea ce a determinat tratarea globală a problemelor. Pornind de la semnalările bibliografice consultate și de la cerințele stricte ale economiei naționale de eliminare a importurilor s-au cercetat și finalizat următoarele aspecte:

a) Elaborarea unei compoziții de fontă înalt aliată cu mangan și nichel, standardizată, numită MT-Mi 23.4 - Tm.

b) Caracterizarea comportării mecanice ale MT-Mi 23.4-Tm elaborate până la temperaturile de lucru de -196°C .

c) Cercetarea modificărilor structurale și a caracteristicilor mecanice ale compoziției elaborate prin tratamente termice și mecanice, respectiv influența acestora asupra comportării la -196°C .

d) Fundamentarea științifică a morfologiei transformărilor structurale din zona influențată termic a fontei criogenice MT-Mi 23.4 -Tm prin simularea unor cicluri termice de sudare (cazul S) și prin suprapunerea peste aceste cicluri a unui tratament termic de detensionare (cazul S + DT).

e) Cercetarea transformărilor structurale din zona influențată termic (zona de trecere) și cusătura sudată realizată în mai multe variante, corelarea acestora cu datele experimentale determinate anterior, în scopul aprofundării rezervelor materiale.

... / ...

studiat în vederea realizării unor îmbinări sudate.

f) Analiza tehnico-economică privitoare la înlocuirea unor subansamble sudate din oțel inoxidabil sustenitic cu piese turnate din MT-MI 23.4 -Tm la supapele de suprapresiune care echipează stocatoarele de oxigen lichid.

În baza lucrării elaborate se pot preciza următoarele concluzii finale, ca fiind contribuții originale din lipsa altor lucrări asemănătoare cât și câteva recomandări de viitor.

7.1. Concluzii finale.

1. Fontele austenitice cu grafit nodular de tipul MT-MI 23.4 (MI - Resist D - 2 M) respectiv tipul MT-MI 23.4 -Tm elaborat pot fi folosite pentru turnat piese care să lucreze la temperaturi pînă la -196°C .

2. Elaborarea și modificarea MT-MI 23.4 -Tm nu ridică probleme deosebite, fiind mai facile decît în cazul fontelor nodulare nealiate sau slabaliate.

3. Structura obținută prin turnare este eterogenă (austenită aliată, separări eutectice intercrystaline și grafit nodular), putînd fi omogenizată prin recoacere la 930°C și răcire în cuptor (austenită aliată și grafit nodular).

4. Tratamentele de detensionare termică și mecanică nu au efect deosebit deoarece nu elimină tensiunile interne ale austenitei aliate netransformată (fenomen realizat la recoacere).

5. Prin simulări de cicluri termice de sudare și realizarea de îmbinări sudate nu s-a pus în evidență existența unei zone influențate termic similară cu a oțelurilor, ci numai o zonă de trecere caracterizată de subzonele specifice oricărei îmbinări sudate. Considerînd acestea, valorile energiilor liniare folosite și a temperaturilor de vîrf se concluzionează că energiile mai mici de 7 kJ/cm conduc la o zonă de trecere fără transformări și valori ale caracteristicilor mecanice acceptabile.

6. Dimensiunile, forma și repartiția nodulelor de grafit nu sînt influențate de tratamentul termic aplicat, numai în situația în care răcirea este controlată și se obține o structură de bază austenitică.

7. Îmbinările sudate folosind procedeul WIG cu bare de $3 \times 3\text{ mm}$. din MT-MI 23.4 -Tm recoapte 5 ore la 930°C și răci-

... / ...

... de studiu al caracteristicilor mecanice campurilor ...
... realizate cu electrodul nichel sub valurile ...
... (Mn, Cu, Ni, etc.). Această situație ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu, ...
... de studiu, ... de studiu.

... de studiu microcompoziției chimice a materialelor ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...

9. Analiza tehnico-economică efectuată ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...

10. Cercetarea radiografică și experimentală ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...

- aprinderea cercetărilor în direcția influențelor ...
... de studiu, ... de studiu ...
- experimentarea și urărirea în exploatarea ...
... de studiu, ... de studiu ...

- inițierea unui program de determinări experimentale ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...

- realizarea unui program experimental bazat pe ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...
... de studiu, ... de studiu ...

celor mai diverse forme de solicitare (statică, dinamică, variabilă sau de lungă durată).

- studierea posibilităților de folosire a procedee-
lor moderne de turnare cât și a vibrații topiturii în cuptor sau
în timpul turnării în vederea obținerii unei structuri compacte și
o nodulizare cât mai apropiată de cerințe.

Autorul exprimă mulțumirile sale conducerii între-
prinderilor și institutelor care l-au sprijinit în activitatea de
cercetare inițiată. Totodată, mulțumește colegilor din Timișoara,
București, Becău și Droboi pentru sprijinul efectiv acordat în
efectuarea experimentărilor și prelucrarea rezultatelor.

B I B L I O G R A F I E

1. Bouvard P. - „Procédés et produits actuels de soudage à l'arc de fontes G.S." - Fonderie 354/1976.
2. Budău V. - „Cercetări privind corelația dintre fenomenele metalurgice și parametrii procesului de sudare a oțelurilor criogenice aliate cu 9 % Ni" - teză de doctorat - 1982.
3. Buđescu M. și alții - „Inercarea materialelor" - vol.1,2.; Editura tehnică - 1982.
4. Church H.L., Fiene H.J., DePaul R.A., - „An austenitic ductile iron for elevated temperature applications" - AFS Trans. - 1972.
5. Cox G.J. - „Untersuchungen zur Giessbarkeit von austenitischen Gusseisenwerkstoffen mit Kugelgraphit" - Giesserei 6/1969.
6. Cox G.J. - „The effect of elevated temperatures on the constitution and properties of spheroidal graphite austenitic cast irons" - Brit. Found. 11/1974.
7. Dietrich H., Antz H.E. - „Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Verminderung der Kriechdehnung bei austenitischem Gusseisen". - Giesserei, 15/1971.
8. Domșa A., Domșa S. - „Materiale metalice în construcția de mașini" - Editura Dacia 1981.
9. Echim I. - „Tehnologii pentru sudarea prin topire a oțelurilor" - Editura Tehnică, 1974.
10. Eroencova I.G., Zaharov A.A., Oleniceva V.G. - „Diagrami sortării metaliceschih sistema" - fasciculele : XXIII; XXIV; XXVI - Moskva 1977; 1978; 1982.
11. Fleser T. - „Cercetări asupra corelației dintre caracteristicile structurale și mecanice ale oțelurilor glob aliate termorezistente" - teză de doctorat - 1981.
12. Gilbert G.H.J. - „The ductility of nodular cast iron as revealed by impact test" - BCIRA journal, 1966.
13. Grand J.W., Morrison J.C. - „Production of castings in flake and spheroidal graphite austenitic irons" - Brit.

- Found. 5/1972.
14. Hanko F. - "Kupfen im Gusseisen" - Metallurgie - Berlin 2/1972.
 15. Karsay S.I. - "Influencia asupra proprietatilor mecanice ale fontelor de nichel" - Rev. de Metalurgie, Timisoara No. - 1970.
 16. Karsay S.I., Schelleng R.D. - "Structure des fontes G... - liées au nickel" - APS Trans. 69/1961.
 17. Kiés K.F., Schelleng R.D. - "Strengthening of Ni-Resist by refrigeration and re-austenitization" - Modern Casting 4/1968.
 18. Lehner R și alții - "Isothermal transformations of austenite in a spherical graphite cast iron" - Brit. Found. 3/1973.
 19. Iltova V.I. - "Tiklichestva vlianiyev" - 1973.
 20. Manea I. - "Stadiul actual de folosire al fontelor la temperaturi joase" - I.P.T.V. Timisoara, 1979.
 21. Manea I. - "Consideratii privind elaborarea fontelor criogenice" - Simpozion de tehnologii moderne în construcția de mașini - Baia, 1982.
 22. Manea I. - "Studiul transformărilor structurale la îmbinările sudate din fontă nodulară aliată cu Ni" - I.P.T.V. Timisoara, 1984.
 23. Margerie J.C., Morelle K.P. - "À propos du soudage des fontes Aspects métallurgiques, recherches et perspectives d'avenir" - Fonderie - 225/1976.
 24. Micloși V și alții, - "Rețetele proceselor de sudare" - Editura didactică și pedagogică, 1982.
 25. Nickel O. - "Einfluss des austenitischen Gusseisenswerkstoffes" - Konstruiren + Maschinen, 3/1976.
 26. Nickel O. - "Einfluss der Zusammensetzung auf die mechanischen Eigenschaften von austenitischen Gusseisen mit Kupfergraphit und Nickel" - Metallurgie, 25/1989.

27. Nickel O., Spieckermann W. - „Untersuchungen zum Erstarrungsverhalten austenitischer Gusseisenwerkstoffe mit Kugelgraphit“ - Giesserei 15/1971.
28. Ostle B. - „Statistics in research“ - The Iowa University Presses, 1969, Londra.
29. Patton A.M. - „Castability of some stainless steels and iron Ni-Resist“ - Brit. Found. 5/1961.
30. Pearson T.F. - „Ferrous metals for use in cryogenic industries“ - Cryogenics - 6/1973.
31. Pitand J. - „L'operations cryogenics“ - Revue de Metallurgie, 1/1963.
32. Piwowarski E. - „Fonțe de înaltă calitate“ - Editura Tehnică 1967.
33. Pogodaev L.I., Klimenko V.I. - „Iznesostokosti austenitno-manganevovo čuguna“ - Lit. proizv. 6/1973.
34. Rickard A.J. - „Development of a special Ni-Resist cast iron for low temperature use“ - Cryogenics, 1/1973.
35. Röhrig K, Gerlach H.G., Nickel O. - „Legiertes Gusseisen - Teil 2 - Gusseisen mit Kugelgraphit“ - Giesserei-Verlag GmbH - Düsseldorf - 1974.
36. Sălăgean T. - „Fenomene fizice și metalurgice la sudarea cu arc electric a oțelurilor“ - Editura Academiei - 1963.
37. Sălăgean T. - „Stăruirea în aer“ - Editura C.D.P.T., - 1973.
38. Schelleng R.D. - „Influence du nickel jusqu'à 37 % et de silicium jusqu'à 3 % sur la teneur en carbone de l'eutectique“ - AFS.Trans. 68/1960.
39. Schumann H. - „Metallurgie fierului“ - Editura Tehnică 1962.
40. Senguota P.K., Jordan D.B. - „La soudabilité des fontes G.S. Ni-Resist“ - Giesserei 26/1971.
41. Sofroni L. - „Fonțe speciale cu proprietăți superioare“ - Editura Tehnică, 1971.
42. Sofroni L. - „Fonțe Speciale“ - Editura Tehnică, 1974.
43. Sofroni L. - „Fonțe cu grafit nodular“ - Editura Tehnică, 1978.
44. Swales G.L., Nickel O. - „Eine neues kaltzähes austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit für Tieftemperatur Technik“ - Giesserei, 26/1963.

27. Nickel O., Spieckermann W, - „Untersuchungen zum Erstarren verholten austenitischer Gusseisenwerk mit Kugelgraphit" - Giesserei 15/1971.
28. Ostle B. - „Statistics in research" - The Iowa Univ Presses, 1969, Londra.
29. Patton A.M. - „Castability of some stainless steels and Ni-Resist"- Brit. Found. 5/1961.
30. Pearson T.F. - „Ferrous metals for use in cryogenic industries" - Cryogenics - 6/1973.
31. Pitand J. - „L'operations cryogenics" - Revue de Metallurgie, 1/1963.
32. Piwowarski E. - „Fonte de înaltă calitate" - Editura Tehn 1967.
33. Pogodnev L.I., Klimenko V.M. - „Iznosostoičnosti austenitno-margantevovo čuguna " - Lit. proizv.6/
34. Rickard A.J. - „Development of a special Ni-Resist cast for low temperature use" - Cryogenics ,
35. Röhrig K, Gerlach H.G., Nickel O. - „Legiertes Gusseisen - 2 - Gusseisen mit Kugelgraphit" - Giesserei Verlag GmbH - Düsseldorf - 1974.
36. Sălăgean T. - „Fenomene fizice și metalurgice la sudarea cu arc electric a oțelurilor" - Editura Academiei - 1963.
37. Sălăgean T. - „Statistică în sudură" - Editura C.D.P. 1973,
38. Schelleng R.D. - „Influence du nickel jusqu'à 37 % et de carbone jusqu'à 3 % sur la teneur en carbone de l'eutectique" AFS:Trans. 68/1960.
39. Schumann H. - „Metalurgie fizică" - Editura Tehnică 1971.
40. Senguota P.K., Jordan D.E. - „La soudabilité des fontes G. S. Resist" - Giesserei 26/1971.
41. Sofroni L. - „Fonte modificate cu proprietăți superioare" - Editura Tehnică, 1971.
42. Sofroni L. - „Fonte Speciale" - Editura Tehnică, 1971.
43. Sofroni L. - „Fonta cu grafit nodular" - Editura Tehnică, 1978.
44. Swales G.L., Nickel O - „Eine neues kaltzähes austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit für Tieftemperatur Technik" - Giesserei , 26/1963.

- 57. x x x - „Les aciers spéciaux pour la cryogénie” - La Metallurgie et la construction mécanique - 5/1971.
- 58. x x x - „Ni-Resist cast irons, Ni-Resist ductile iron” - Modern Casting - 9/1977.
- 59. x x x - „Ni-Resist ductile iron type D-2 for corrosion resisting valves” - New York, The International Nickel Co., 1963.
- 60. x x x - „Properties and applications of Ni-Resist austenitic cast iron” - International Nickel Co Limited - 1965.

Tabloul 1. Valorile lui $Q_{0,1}$ pentru $n=10$

Ord.	d	\bar{x}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1.	- 24,0	110									
2.	- 23,0	113	157								
3.	- 22,0	117	152	154							
4.	- 21,0	121	147	151	151						
5.	- 20,0	125	142	147	149	150					
6.	- 19,0	129	137	143	149	140	147				
7.	- 18,0	133	132	140	150	151	148	149			
8.	- 17,5	136	128	138	153	153	153	152	150		
9.	- 17,0	140	123	136	150	155	154	154	154	148	
10.	- 16,5	143	119	137	156	159	155	155	154	154	142
11.	- 16,0	147	114	139	155	154	154	154	154	154	136
12.	- 15,5	150	110	140	152	152	152	152	152	152	130
13.	- 15,0	152	107	140	150	150	150	150	150	150	124
14.	- 14,5	155	103	141	149	149	149	149	149	149	118
15.	- 14,0	158	100	141	147	147	147	147	147	147	112
16.	- 13,5	161	97	141	145	145	145	145	145	145	106
17.	- 13,0	163	94	141	144	144	144	144	144	144	100
18.	- 12,5	164	92	142	143	144	144	144	145	145	94
19.	- 12,0	166	90	140	144	144	145	146	146	146	88
20.	- 11,5	167	88	141	147	143	148	148	148	148	82
21.	- 11,0	167	86	134	153	151	151	151	151	151	76
22.	- 10,5	169	84	136	154	153	153	152	152	152	70
23.	- 10,0	173	81	133	153	153	153	152	152	152	64
24.	- 9,5	175	79	130	152	152	152	152	152	152	58
25.	- 9,0	177	77	128	151	152	152	153	153	153	52
26.	- 8,5	179	75	127	150	153	154	153	153	153	46
27.	- 8,0	180	73	126	150	157	157	157	157	157	40
28.	- 7,5	181	71	123	162	160	161	161	161	161	34
29.	- 7,0	182	69	120	165	164	163	162	162	162	28
30.	- 6,5	183	67	117	169	163	162	161	161	161	22

... / ...

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	- 6,0	158	161	161	160	159	158	158	157
32.	- 5,5	145	153	153	153	153	153	152	150
33.	- 5,0	156	144	145	145	146	146	147	157
34.	- 4,5	131	138	138	139	140	141	141	142
35.	- 4,0	128	132	134	135	136	137	133	130
36.	- 3,5	137	133	133	134	135	135	136	137
37.	- 3,0	134	135	135	135	135	136	136	136
38.	- 2,5	135	137	137	137	137	137	137	137
39.	- 2,0	141	138	139	139	139	139	139	139
40.	- 1,5	137	141	141	141	141	141	141	141
41.	- 1,0	146	144	143	143	142	142	142	142
42.	- 0,5	148	143	143	143	143	143	143	143
43.	- 0	136	143	143	143	143	143	143	143
44.	+ 0,5	146	143	144	144	143	143	143	143
45.	+ 1,0	148	146	144	143	143	142	142	142
46.	+ 1,5	143	143	142	141	141	141	141	141
47.	+ 2,0	137	135	138	138	139	140	140	140
48.	+ 2,5	126	133	133	133	133	140	140	140
49.	+ 3,0	136	138	140	140	141	141	141	141
50.	+ 3,5	153	149	146	147	141	143	142	142
51.	+ 4,0	159	148	147	143	144	143	143	143
52.	+ 4,5	132	145	143	143	142	142	141	141
53.	+ 5,0	143	137	139	139	139	139	139	139
54.	+ 5,5	136	136	134	135	136	136	137	137
55.	+ 6,0	130	130	132	133	134	135	136	137
56.	+ 6,5	125	129	133	134	135	136	137	137
57.	+ 7,0	132	139	138	139	139	139	139	139
58.	+ 7,5	159	146	145	143	142	141	141	140
59.	+ 8,0	148	151	147	145	143	142	141	141
60.	+ 8,5	146	143	144	142	141	141	140	140
61.	+ 9,0	136	137	136	137	137	137	137	137
62.	+ 9,5	130	129	132	133	134	134	134	134
63.	+ 10,0	122	131	130	131	132	132	132	132
64.	+ 10,5	141	131	132	131	131	131	131	131
65.	+ 11,0	130	133	132	132	131	131	131	131
66.	+ 11,5	128	131	131	131	131	131	131	131
67.	+ 12,0	135	130	131	131	131	131	131	131

... / ...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
68.	+ 12,5	128	132	131	132	132	132	132	132	132
69.	+ 13,0	134	136	133	133	133	133	133	133	133
70.	+ 13,5	127	136	134	135	135	135	135	135	135
71.	+ 14,0	148	137	138	138	138	138	138	138	138
72.	+ 14,5	136	142	141	141	141	141	141	141	141
73.	+ 15,0	141	143	143	143	143	143	143	143	143
74.	+ 15,5	153	144	145	144	144	144	144	144	144
75.	+ 16,0	138	147	145	145	144	144	144	144	144
76.	+ 16,5	150	145	146	144	144	144	144	144	144
77.	+ 17,0	147	147	148	148	148	148	148	148	148
78.	+ 17,5	136	137	138	138	139	139	139	139	139
79.	+ 18,0	127	133	132	132	136	136	136	136	136
80.	+ 19,0	138	134	134	135	135	135	135	135	135
81.	+ 20,0	141	135	135	135					
82.	+ 21,0	123	135	135						
83.	+ 22,0	136	134							
84.	+ 23,0	138								

Prelucrarea v. loc. 100 HV 0,1 pentru epruvete 77

Cant. [mm]		\bar{X}	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 11,0	171							
2.	- 11,0	171	176						
3.	- 11,0	167	169	175					
4.	- 11,0	167	174	175	177				
5.	- 10,0	170	173	175	177	177			
6.	- 10,0	174	186	181	180	179	177		
7.	- 10,0	170	169	171	179	178	177	176	
8.	- 10,0	160	172	174	174	174	174	173	173
9.	- 10,0	169	167	169	169	169	169	170	170
10.	- 10,5	168	161	165	169	166	167	167	168
11.	- 16,0	141	169	168	164	165	166	166	167
12.	- 15,5	160	166	166	165	166	166	167	167
13.	- 15,0	146	171	167	168	168	168	168	168
14.	- 14,5	167	174	173	175	171	171	170	170
15.	- 14,0	169	175	175	174	175	172	171	170
16.	- 13,5	160	177	175	175	171	170	169	169
17.	- 13,0	193	167	169	166	166	166	166	165
18.	- 12,5	179	169	157	159	160	161	161	162
19.	- 12,0	134	142	152	154	156	157	158	159
20.	- 11,5	167	151	153	155	156	157	158	159
21.	- 11,0	162	166	161	160	160	160	160	160
22.	- 10,5	177	168	165	164	163	162	162	162
23.	- 10,0	170	164	169	164	164	164	163	163
24.	- 9,5	133	163	163	164	164	164	164	164
25.	- 9,0	175	160	164	164	165	165	165	165
26.	- 8,5	156	169	165	168	165	166	166	166
27.	- 8,0	167	166	169	167	167	166	166	167
28.	- 7,5	165	170	165	167	167	167	167	167
29.	- 7,0	179	170	171	170	168	167	167	167
30.	- 6,5	167	171	167	167	166	166	166	166

... / ...

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+ 12,5	163	151	154	155	156	156	157	157	
+ 13,0	145	151	151	152	154	155	154	155	
+ 13,5	146	151	154	153	154	154	154	154	
+ 14,0	162	159	155	155	154	154	154	154	
+ 14,5	179	155	155	154	154	154	154	154	
+ 15,0	133	151	152	154	154	154	154	154	
+ 15,5	151	150	154	155	155	155	155	155	
+ 16,0	167	162	159	157	157	157	157	157	
+ 16,5	167	162	156	153	152	152	152	152	
+ 17,0	151	156	157	154	152	152	152	152	
+ 17,5	149	154	150	152	152	152	152	152	
+ 18,0	161	152	155	155	155	155			
+ 19,0	167	176	164	157	167				
+ 20,0	199	180	172	173					
+ 21,0	174	182	170						
+ 22,0	174	167							
+ 23,0	154								

0	1	2	3	4	5	6	7	8
21.	- 0,0	167		160	164	164	164	164
22.	- 0,5		166	166	161	163	164	164
23.	- 1,0	168	167	161	163	163	165	164
24.	- 1,5	168	167	162	163	163	165	164
25.	- 2,0	171	167	163	163	167	166	164
26.	- 2,5	167	167	163	163	167	167	164
27.	- 3,0	171	167	163	166	166	166	164
28.	- 3,5	168	167	164	165	165	165	164
29.	- 4,0	168	167	164	165	165	165	164
30.	- 4,5	168	167	164	165	165	165	164
31.	- 5,0	168	167	164	165	165	165	164
32.	- 5,5	168	167	164	165	165	165	164
33.	- 6,0	168	167	164	165	165	165	164
34.	- 6,5	168	167	164	165	165	165	164
35.	- 7,0	168	167	164	165	165	165	164
36.	- 7,5	168	167	164	165	165	165	164
37.	- 8,0	168	167	164	165	165	165	164
38.	- 8,5	168	167	164	165	165	165	164
39.	- 9,0	168	167	164	165	165	165	164
40.	- 9,5	168	167	164	165	165	165	164
41.	- 10,0	168	167	164	165	165	165	164
42.	- 10,5	168	167	164	165	165	165	164
43.	- 11,0	168	167	164	165	165	165	164
44.	- 11,5	168	167	164	165	165	165	164
45.	- 12,0	168	167	164	165	165	165	164
46.	- 12,5	168	167	164	165	165	165	164
47.	- 13,0	168	167	164	165	165	165	164
48.	- 13,5	168	167	164	165	165	165	164
49.	- 14,0	168	167	164	165	165	165	164
50.	- 14,5	168	167	164	165	165	165	164
51.	- 15,0	168	167	164	165	165	165	164
52.	- 15,5	168	167	164	165	165	165	164
53.	+ 0,5	166	167	163	163	162	162	162
54.	+ 1,0	169	167	164	165	162	162	162
55.	+ 1,5	167	167	162	161	161	161	162
56.	+ 2,0	166	167	157	160	161	162	162
57.	+ 2,5	167	167	161	160	163	163	162
58.	+ 3,0	167	167	167	166	165	165	162
59.	+ 3,5	162	167	169	163	167	166	162
60.	+ 4,0	173	167	167	167	166	165	162
61.	+ 4,5	167	167	164	164	163	163	162
62.	+ 5,0	163	167	159	165	159	160	154
63.	+ 5,5	164	166	156	166	157	167	154
64.	+ 6,0	134	166	154	156	156	157	154
65.	+ 6,5	171	165	158	157	157	167	157
66.	+ 7,0	160	164	159	159	158	153	154
67.	+ 7,5	160	159	160	159	158	158	154
68.	+ 8,0	167	157	157	157	157	157	154
69.	+ 8,5	164	157	155	155	155	155	154
70.	+ 9,0	164	164	153	153	154	154	154
71.	+ 9,5	164	164	152	153	154	155	154
72.	+ 10,0	164	164	154	156	156	156	154
73.	+ 10,5	161	166	161	160	160	159	154
74.	+ 11,0	171	170	165	164	162	161	160
75.	+ 11,5	169	169	165	163	162	161	160
76.	+ 12,0	169	169	169	169	159	159	154

... / ...

Prelucrarea valorilor \bar{X} 0,1 pentru epruveta 33

Nr. crt.	d [mm]	\bar{X}	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 24,0	172							
2.	- 23,0	163	165						
3.	- 22,0	161	164	166					
4.	- 21,0	169	168	168	168				
5.	- 20,0	173	171	170	169	169			
6.	- 19,0	170	171	170	169	169	169		
7.	- 18,0	169	168	168	168	168	168	168	
8.	- 17,5	166	166	167	168	168	168	168	168
9.	- 17,0	163	167	168	168	168	168	168	168
10.	- 16,5	172	170	169	169	169	168	168	168
11.	- 16,0	176	170	169	169	168	168	168	168
12.	- 15,5	161	168	168	167	167	166	166	166
13.	- 15,0	167	165	165	165	164	164	164	164
14.	- 14,5	160	163	161	160	160	160	159	159
15.	- 14,0	155	154	154	154	154	155	155	155
16.	- 13,5	141	144	147	148	149	150	150	150
17.	- 13,0	137	144	144	146	147	148	148	148
18.	- 12,5	153	145	146	147	148	149	149	149
19.	- 12,0	146	149	150	150	150	151	151	151
20.	- 11,5	147	156	153	154	154	153	153	153
21.	- 11,0	174	155	158	156	156	156	156	156
22.	- 10,5	145	162	157	157	157	156	156	156
23.	- 10,0	167	155	157	156	156	156	156	156
24.	- 9,5	154	155	155	155	155	155	155	155
25.	- 9,0	143	154	154	155	155	155	155	155
26.	- 8,5	165	153	156	156	156	156	156	156
27.	- 8,0	152	160	156	157	157	158	158	158
28.	- 7,5	162	156	159	159	160	160	160	160
29.	- 7,0	153	162	162	163	163	163	163	163

... / ...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30.	-	6,5	170	167	168	167	167	166	166	166
31.	-	6,0	177	175	171	170	169	168	168	168
32.	-	5,5	179	172	172	170	169	168	168	168
33.	-	5,0	160	169	167	168	167	167	167	167
34.	-	4,5	168	161	164	164	165	165	165	165
35.	-	4,0	156	163	162	163	163	164	164	164
36.	-	3,5	166	161	162	163	164	164	164	164
37.	-	3,0	160	163	164	165	166	167	167	167
38.	-	2,5	164	169	170	171	172	172	172	172
39.	-	2,0	182	177	180	179	179	178	179	179
40.	-	1,5	186	193	188	188	187	186	186	186
41.	-	1,0	210	194	196	194	193	191	191	191
42.	-	0,5	186	202	197	190	194	193	193	193
43.	-	0	210	194	194	192	191	191	191	191
44.	+	0,5	186	185	185	186	188	188	188	188
45.	+	1,0	160	177	180	186	184	185	185	185
46.	+	1,5	185	178	180	181	183	182	182	182
47.	+	2,0	188	185	182	181	180	180	180	180
48.	+	2,5	181	184	180	178	177	176	176	176
49.	+	3,0	182	172	173	171	170	170	170	170
50.	+	3,5	152	162	161	162	162	163	163	163
51.	+	4,0	153	148	153	154	156	157	157	157
52.	+	4,5	138	148	149	151	152	153	153	153
53.	+	5,0	154	152	152	152	152	153	153	153
54.	+	5,5	165	155	154	154	154	154	154	154
55.	+	6,0	146	156	156	155	155	155	155	155
56.	+	6,5	157	157	156	156	155	155	155	155
57.	+	7,0	167	156	155	154	154	154	154	154
58.	+	7,5	143	153	152	152	152	152	152	152
59.	+	8,0	149	146	149	150	151	151	151	151
60.	+	8,5	146	149	148	150	151	152	152	152
61.	+	9,0	151	150	153	153	154	155	155	155
62.	+	9,5	150	159	159	160	159	159	159	159
63.	+	10,0	175	168	167	165	164	163	163	163
64.	+	10,5	179	175	169	168	167	166	166	166
65.	+	11,0	170	170	169	168	168	167	167	167
66.	+	11,5	162	163	166	167	167	167	167	167

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
67.	+ 12,0	157	157	165	167	167	167	167	167
68.	+ 12,5	177	176	168	167	167	166	166	167
69.	+ 13,0	177	169	168	167	166	164	164	164
70.	+ 13,5	154	164	164	164	164	162	162	162
71.	+ 14,0	161	158	161	161	162	162	161	162
72.	+ 14,5	160	160	159	161	161	162	162	162
73.	+ 15,0	160	160	162	162	162	164	164	164
74.	+ 15,5	160	162	164	164	164	164	164	164
75.	+ 16,0	179	167	166	165	165	165	164	164
76.	+ 16,5	162	165	165	165	164	162	162	162
77.	+ 17,0	154	162	161	163	163	162	162	162
78.	+ 17,5	171	160	160	159	159	159	159	
79.	+ 18,0	164	162	159	155	155	155		
80.	+ 19,0	144	147	150	151	151			
81.	+ 20,0	141	147	147	148				
82.	+ 21,0	141	147	148					
83.	+ 22,0	144	147						
84.	+ 23,0	149							

Prelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta 52

Nr. crt.	d [mm.]	\bar{X}	1	2	3	4	5	6	7
			3	4	5	6	7	8	9
1.	- 23,0	155							
2.	- 22,0	157	154						
3.	- 21,0	150	153	152					
4.	- 20,0	151	148	151	152				
5.	- 19,0	143	152	153	153	153			
6.	- 18,0	163	160	156	155	154	154		
7.	- 17,5	174	157	157	155	155	155	155	
8.	- 17,0	134	154	153	155	155	155	155	155
9.	- 16,5	155	149	154	154	155	156	156	156
10.	- 16,0	157	159	156	157	157	157	158	158
11.	- 15,5	166	160	161	160	160	160	160	161
12.	- 15,0	156	165	164	164	164	164	164	164
13.	- 14,5	173	166	167	167	167	167	167	167
14.	- 14,0	169	171	169	169	169	169	169	169
15.	- 13,5	172	170	171	170	170	170	170	170
16.	- 13,0	170	171	171	171	171	171	171	171
17.	- 12,5	170	171	172	172	172	172	172	172
18.	- 12,0	174	175	173	173	173	173	173	173
19.	- 11,5	181	174	174	173	173	173	173	173
20.	- 11,0	166	172	172	173	173	174	174	174
21.	- 10,5	170	171	173	174	175	175	175	175
22.	- 10,0	176	176	177	177	177	177	177	177
23.	- 9,5	182	183	181	181	180	180	180	180
24.	- 9,0	191	185	185	183	183	182	182	181
25.	- 8,5	183	184	184	184	183	183	182	182
26.	- 8,0	179	183	182	182	182	182	182	181
27.	- 7,5	187	180	181	180	180	180	180	180
28.	- 7,0	174	179	177	177	177	177	177	177
29.	- 6,5	177	173	172	173	174	174	175	175
30.	- 6,0	168	165	170	171	172	173	173	174

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	- 5,5	151	172	171	172	173	173	174	174
32.	- 5,0	157	171	170	175	171	175	175	171
33.	- 4,5	173	182	179	179	173	173	173	179
34.	- 4,0	172	180	182	182	181	181	180	180
35.	- 3,5	190	183	184	183	183	182	182	181
36.	- 3,0	189	190	184	183	182	182	181	181
37.	- 2,5	191	180	182	181	181	180	180	180
38.	- 2,0	160	175	177	173	173	175	173	175
39.	- 1,5	174	173	175	176	176	176	176	176
40.	- 1,0	204	177	175	174	174	174	174	174
41.	- 0,5	154	175	172	172	172	172	172	172
42.	- 0	167	164	162	170	170	171	171	171
43.	+ 0,5	170	169	160	169	170	170	171	171
44.	+ 1,0	170	171	171	170	170	171	171	171
45.	+ 1,5	174	172	172	172	172	172	172	171
46.	+ 2,0	171	172	173	173	173	173	173	173
47.	+ 2,5	170	174	173	173	173	173	173	173
48.	+ 3,0	182	171	173	172	172	172	172	172
49.	+ 3,5	170	170	169	170	170	171	171	172
50.	+ 4,0	150	164	168	169	170	170	171	171
51.	+ 4,5	165	169	170	171	171	172	172	172
52.	+ 5,0	181	177	170	174	174	173	173	173
53.	+ 5,5	181	182	177	176	174	174	173	173
54.	+ 6,0	181	172	174	173	173	172	172	172
55.	+ 6,5	151	168	168	170	170	170	170	170
56.	+ 7,0	170	164	167	167	163	168	168	163
57.	+ 7,5	167	169	166	166	166	166	166	166
58.	+ 8,0	170	164	165	165	165	165	165	161
59.	+ 8,5	155	162	163	163	164	164	164	164
60.	+ 9,0	160	162	162	163	163	164	164	164
61.	+ 9,5	170	162	164	164	165	165	165	163
62.	+ 10,0	157	168	167	167	167	166	166	163
63.	+ 10,5	170	170	169	163	167	167	166	166
64.	+ 11,0	174	169	168	167	167	166	166	163
65.	+ 11,5	154	166	165	165	165	165	165	165
66.	+ 12,0	170	159	163	164	164	164	164	164
67.	+ 12,5	154	160	163	164	164	164	164	163
68.	+ 13,0	170	160	163	165	165	165	165	165

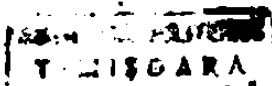
... / ...

0	L	2	3	4	5	6	7	8	9
69.	+ 13,5	170	167	165	165	165	165	165	165
70.	+ 14,0	160	163	165	165	165	165	165	165
71.	+ 14,5	158	164	164	165	165	165	165	165
72.	+ 15,0	174	164	167	166	166	166	166	166
73.	+ 15,5	170	173	168	168	167	167	167	167
74.	+ 16,0	174	168	169	168	168	168	168	168
75.	+ 16,5	160	166	166	168	168	169	169	169
76.	+ 17,0	165	165	168	169	170	170	170	.
77.	+ 17,5	170	172	172	172	171	171	.	.
78.	+ 18,0	182	178	176	173	173	.	.	.
79.	+ 19,0	181	177	173	173	.	.	.	.
80.	+ 20,0	167	165	168	.	.	.	.	.
81.	+ 21,0	148	165	.	.	.	.	.	.
82.	+ 22,0	181	.	.	.	.	.	.	.

Prelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta 64.

Nr. crt.	d [mm]	X	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 24,0	136							
2.	- 23,0	125	129						
3.	- 22,0	127	123	124					
4.	- 21,0	116	119	120	121				
5.	- 20,0	113	118	120	120	121			
6.	- 19,0	124	122	121	121	121	121		
7.	- 18,0	129	124	123	122	122	122	122	
8.	- 17,5	118	123	125	122	122	122	122	122
9.	- 17,0	121	121	121	121	121	121	121	121
10.	- 16,5	124	120	119	119	119	119	120	120
11.	- 16,0	114	117	118	118	118	119	119	119
12.	- 15,5	114	117	117	118	119	119	119	119
13.	- 15,0	123	118	120	120	120	120	120	120
14.	- 14,5	118	124	122	122	122	122	121	121
15.	- 14,0	131	125	125	123	123	122	122	122
16.	- 13,5	127	125	123	123	122	122	122	122
17.	- 13,0	117	119	121	121	122	122	122	122
18.	- 12,5	114	120	120	121	121	121	121	121
19.	- 12,0	129	121	121	121	121	121	121	121
20.	- 11,5	121	124	121	121	121	121	121	121
21.	- 11,0	122	119	120	120	120	120	120	120
22.	- 10,5	119	118	118	118	118	118	118	118
23.	- 10,0	118	116	116	116	116	116	116	116
24.	- 9,5	116	114	115	115	115	115	115	115
25.	- 9,0	108	114	114	114	114	114	114	114
26.	- 8,5	118	115	114	114	114	114	114	115
27.	- 8,0	118	114	115	115	115	115	116	116
28.	- 7,5	105	115	115	117	117	118	118	119
29.	- 7,0	122	116	120	120	121	121	122	122
30.	- 6,5	122	128	126	127	126	126	125	125
31.	- 6,0	140	134	136	132	131	129	129	127

... / ...



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32.	- 5,5	140	136	134	133	131	130	129	129
33.	- 5,0	128	131	130	129	129	129	129	129
34.	- 4,5	125	122	125	126	127	127	128	128
35.	- 4,0	113	123	124	125	126	127	127	127
36.	- 3,5	131	126	127	127	127	127	127	127
37.	- 3,0	134	131	129	128	127	127	127	127
38.	- 2,5	128	129	127	126	126	126	126	126
39.	- 2,0	125	122	124	124	124	124	124	124
40.	- 1,5	114	120	120	121	121	121	121	121
41.	- 1,0	120	118	119	119	119	119	119	119
42.	- 0,5	120	120	118	118	118	118	118	118
43.	- 0	119	117	118	117	117	117	117	117
44.	+ 0,5	113	117	116	116	117	117	117	117
45.	+ 1,0	119	114	117	117	117	118	118	118
46.	+ 1,5	109	119	118	119	119	119	119	119
47.	+ 2,0	129	121	122	121	121	121	121	121
48.	+ 2,5	124	125	123	123	122	122	122	122
49.	+ 3,0	122	123	123	123	123	123	123	123
50.	+ 3,5	122	122	123	123	123	123	123	123
	+ 4,0	122	120	122	122	122	122	122	122
	+ 4,5	118	119	121	121	121	121	121	121
53.	+ 5,0	119	121	120	120	120	120	120	120
54.	+ 5,5	125	121	120	119	119	119	119	119
55.	+ 6,0	118	117	117	117	117	117	117	117
56.	+ 6,5	108	112	115	116	116	116	116	116
57.	+ 7,0	109	115	115	116	116	116	116	116
58.	+ 7,5	129	118	118	117	117	116	116	116
59.	+ 8,0	116	120	118	117	116	116	115	115
60.	+ 8,5	114	116	115	115	114	114	114	113
61.	+ 9,0	118	109	111	111	111	111	111	111
62.	+ 9,5	96	108	107	108	109	109	109	109
63.	+ 10,0	108	103	106	106	107	107	107	108
64.	+ 10,5	104	106	105	106	106	106	107	107
65.	+ 11,0	108	108	108	108	108	108	108	108
66.	+ 11,5	110	109	109	109	109	109	109	109
67.	+ 12,0	110	110	110	110	110	110	110	110
68.	+ 12,5	110	110	111	111	111	111	111	111
69.	+ 13,0	102	107	109	110	111	111	111	111
70.	+ 13,5	110	110	111	111	111	112	112	112

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
71.	+ 14,0	118	116	114	113	113	113	113	113
72.	+ 14,5	118	115	115	114	114	114	114	114
73.	+ 15,0	109	114	113	114	114	114	114	114
74.	+ 15,5	116	109	113	114	114	114	114	114
75.	+ 16,0	101	115	116	116	116	116	116	116
76.	+ 16,5	129	118	118	118	117	117	117	117
77.	+ 17,0	124	122	119	119	119	119	119	119
78.	+ 17,5	113	118	119	119	120	120	120	120
79.	+ 18	116	119	120	121	121	122		
80.	+ 19	127	123	124	124	124			
81.	+ 20	125	130	129	128				
82.	+ 21	137	133	131					
83.	+ 22	137	130						
84.	+ 23	116							
85.	+ 24	-							

ANEXA 6

Prelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta 74 .

Nr. crt.	d [mm]	\bar{X}	1	2	3	4	5	6	7
o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 20,5	167							
2.	- 20,0	167	167						
3.	- 19,5	168	160	163					
4.	- 19,0	146	163	160	161				
5.	- 18,5	176	158	161	160	160			
6.	- 18,0	151	161	158	159	159	159		
7.	- 17,5	156	156	158	158	158	158	158	
8.	- 17,0	163	158	157	158	158	158	158	158
9.	- 16,5	154	158	158	158	158	158	158	158
10.	- 16,0	160	159	159	159	159	159	159	159
11.	- 15,5	162	159	159	159	159	159	159	159
12.	- 15,0	154	159	159	159	159	159	159	159
13.	- 14,5	161	160	159	159	159	159	159	159
14.	- 14,0	166	159	160	160	160	160	160	160
15.	- 13,5	159	162	161	162	162	162	162	162
16.	- 13,0	169	163	165	164	164	164	163	163
17.	- 12,5	170	169	167	166	165	164	163	162
18.	- 12,0	159	169	166	165	163	162	160	160
19.	- 11,5	167	160	160	159	158	155	156	155
20.	- 11,0	143	150	150	151	148	150	150	151
21.	- 10,5	139	139	142	144	145	145	146	147
22.	- 10,0	135	137	139	141	143	144	145	146
23.	- 9,5	136	142	143	144	145	146	147	147
24.	- 9,0	155	149	150	150	150	151	151	152
25.	- 8,5	156	159	158	157	157	157	157	157
26.	- 8,0	167	164	164	164	163	163	163	163
27.	- 7,5	169	170	170	169	168	168	168	168
28.	- 7,0	173	176	173	173	173	173	173	173
29.	- 6,5	181	174	175	176	177	178	178	178
30.	- 6,0	167	175	180	180	183	184	184	184
31.	- 5,5	177	188	190	190	191	191	191	192

... / ...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32.	-	5,0	231	203	203	200	200	200	200	200
33.	-	4,5	261	219	203	209	203	208	200	200
34.	-	4,0	211	207	215	215	216	216	216	216
35.	-	3,5	209	228	223	224	223	223	223	221
36.	-	3,0	249	239	235	231	229	226	225	224
37.	-	2,5	259	243	235	231	227	225	222	220
38.	-	2,0	280	223	223	220	218	216	214	213
39.	-	1,5	189	202	202	203	203	202	202	201
40.	-	1,0	196	181	184	185	186	187	188	188
41.	-	0,5	157	170	168	171	173	174	175	176
42.	-	0	152	154	161	162	164	165	166	167
43.	+	0,5	148	155	156	158	159	160	161	161
44.	+	1,0	168	157	158	157	157	157	157	157
45.	+	1,5	154	158	156	156	156	156	156	156
46.	+	2,0	151	151	154	154	154	154	154	154
47.	+	2,5	148	153	152	153	153	153	153	153
48.	+	3,0	160	150	152	152	152	152	152	152
49.	+	3,5	150	154	151	151	151	151	151	151
50.	+	4,0	153	145	150	149	150	150	150	150
51.	+	4,5	143	148	147	149	148	149	149	149
52.	+	5,0	140	144	147	148	148	148	148	148
53.	+	5,5	140	140	146	147	147	147	147	147
54.	+	6,0	157	146	146	147	147	147	147	147
55.	+	6,5	141	152	147	147	147	147	147	147
56.	+	7,0	157	145	147	146	146	146	146	146
57.	+	7,5	138	144	143	145	145	145	145	145
58.	+	8,0	136	141	143	143	144	144	144	144
59.	+	8,5	148	145	144	144	143	143	143	143
60.	+	9,0	151	146	144	143	143	143	143	143
61.	+	9,5	139	140	142	143	143	143	143	143
62.	+	10,0	149	141	142	144	144	144	144	144
63.	+	10,5	154	147	147	146	146	146	146	146
64.	+	11,0	158	152	149	148	148	148	148	148
65.	+	11,5	143	149	149	149	149	149	149	149
66.	+	12,0	147	146	149	150	150	150	150	150
67.	+	12,5	148	153	152	151	151	151	151	151
68.	+	13,0	161	155	153	152	151	151	151	151
				...	/				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	- 6,0	152	156	156	156	157	157	157	157
32.	- 5,5	156	156	157	157	157	158	158	158
33.	- 5,0	161	159	159	159	159	159	160	160
34.	- 4,5	159	163	162	162	162	162	162	162
35.	- 4,0	169	164	164	164	164	164	164	164
36.	- 3,5	164	165	165	165	165	165	165	165
37.	- 3,0	163	167	167	165	165	165	165	165
38.	- 2,5	174	168	166	165	164	164	164	164
39.	- 2,0	167	163	162	162	162	162	162	162
40.	- 1,5	147	157	158	159	160	160	160	160
41.	- 1,0	157	154	157	158	159	159	159	159
42.	- 0,5	157	160	159	159	159	159	159	159
43.	- 0	160	164	162	160	159	159	159	159
44.	+ 0,5	170	162	160	159	159	159	158	159
45.	+ 1,0	170	154	156	157	157	157	157	157
46.	+ 1,5	141	154	154	155	155	155	155	155
47.	+ 2,0	170	154	154	153	153	153	154	154
48.	+ 2,5	151	155	152	152	152	153	153	154
49.	+ 3,0	144	147	151	152	153	153	154	154
50.	+ 3,5	146	150	152	154	155	155	155	156
51.	+ 4,0	161	158	158	158	158	158	158	158
52.	+ 4,5	163	166	163	163	162	162	162	162
53.	+ 5,0	170	165	167	166	166	166	165	165
54.	+ 5,5	133	170	168	169	169	169	169	167
55.	+ 6,0	131	170	173	171	170	170	169	169
56.	+ 6,5	172	173	172	171	170	169	169	168
57.	+ 7,0	181	167	163	167	166	166	166	166
58.	+ 7,5	149	160	160	161	162	162	162	163
59.	+ 8,0	150	152	155	157	158	159	160	161
60.	+ 8,5	157	154	155	157	158	159	160	161
61.	+ 9,0	154	159	160	160	161	161	162	162
62.	+ 9,5	167	168	169	169	169	169	168	165
63.	+ 10,0	133	169	171	170	169	169	169	169
64.	+ 10,5	159	177	173	173	172	171	170	169
65.	+ 11,0	139	172	174	173	172	171	170	169
66.	+ 11,5	170	174	170	170	169	169	168	168
67.	+ 12,0	169	163	165	165	165	165	165	165

... / ...

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
68.	+ 12,5	157	159	159	160	161	161	162	162
69.	+ 13,0	157	155	156	157	158	159	159	160
70.	+ 13,5	151	155	155	156	157	157	158	158
71.	+ 14,0	157	156	157	157	157	158	158	158
72.	+ 14,5	160	160	159	159	159	159	159	159
73.	+ 15,0	163	161	161	160	160	159	159	159
74.	+ 15,5	161	163	161	160	159	159	158	158
75.	+ 16,0	166	159	159	158	158	157	157	157
76.	+ 16,5	151	155	155	155	155	155	155	155
77.	+ 17,0	149	151	152	153	153	153	153	153
78.	+ 17,5	152	150	151	151	152	152	152	152
79.	+ 18,0	148	151	150	151	151	151	151	151
80.	+ 19,0	152	150	151	151	151	151		
81.	+ 20,0	151	152	151	151	151			
82.	+ 21,0	154	151	151	150				
83.	+ 22,0	148	150	148					
84.	+ 23,0	147	144						
85.	+ 24,0	138							

ANEXA 8

Prelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta 97

Nr. crt.	d [mm.]	\bar{X}							
			1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 24,0	181							
2.	- 23,0	181	183						
3.	- 22,0	187	187	186					
4.	- 21,0	193	187	188	187				
5.	- 20,0	181	190	187	187	187			
6.	- 19,0	199	183	184	186	186	184		
7.	- 18,0	170	180	177	184	180	180	179	
8.	- 17,5	172	167	171	171	174	173	173	173
9.	- 17,0	153	165	164	166	166	167	169	168
10.	- 16,5	160	160	162	162	163	164	164	164
11.	- 16,0	160	162	161	162	162	162	163	163
12.	- 15,5	167	162	162	162	162	162	162	162
13.	- 15,0	160	165	163	163	162	162	162	162
14.	- 14,5	163	161	162	162	162	162	162	162
15.	- 14,0	155	161	160	161	162	162	162	162
16.	- 13,5	160	156	161	162	163	163	163	163
17.	- 13,0	153	166	164	165	165	165	165	165
18.	- 12,5	184	171	171	168	167	166	166	166
19.	- 12,0	176	175	170	169	167	166	165	165
20.	- 11,5	165	164	165	165	165	163	163	163
21.	- 11,0	150	157	159	160	160	160	160	160
22.	- 10,5	160	157	156	156	157	157	158	158
23.	- 10,0	160	154	154	154	154	153	153	153
24.	- 9,5	143	153	153	153	153	153	154	154
25.	- 9,0	156	151	152	152	152	153	153	153
26.	- 8,5	153	151	151	152	153	154	154	154
27.	- 8,0	143	152	154	155	156	156	157	157
28.	- 7,5	160	158	160	160	160	160	160	160
29.	- 7,0	170	170	166	165	165	164	164	164
30.	- 6,5	180	170	170	169	168	168	168	168
31.	- 6,0	160	171	171	171	171	171	171	171

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30.	- 5,5	173	173	173	173	173	173	173	173
31.	- 5,0	181	179	176	176	176	176	176	176
34.	- 4,5	170	171	173	179	179	179	179	179
35.	- 4,0	185	181	183	183	183	183	183	183
36.	- 3,5	187	189	188	188	188	188	188	188
37.	- 3,0	196	194	194	193	192	192	191	191
38.	- 2,5	198	197	196	196	195	194	194	194
39.	- 2,0	200	198	197	196	196	196	196	196
40.	- 1,5	196	197	196	196	196	196	196	196
41.	- 1,0	193	196	196	197	196	196	196	196
42.	- 0,5	205	196	196	195	195	196	196	196
43.	- 0	199	197	193	195	196	196	196	196
44.	+ 0,5	189	189	195	197	198	200	200	200
45.	+ 1,0	195	201	202	204	204	205	205	205
46.	+ 1,5	234	216	214	212	211	210	210	210
47.	+ 2,0	228	226	221	218	216	215	215	215
48.	+ 2,5	215	220	220	219	218	217	217	217
49.	+ 3,0	218	214	217	218	218	217	217	217
50.	+ 3,5	209	217	216	217	216	215	215	215
51.	+ 4,0	225	217	217	214	212	211	211	211
52.	+ 4,5	217	216	210	203	206	204	204	204
53.	+ 5,0	206	198	197	196	196	195	195	195
54.	+ 5,5	170	176	182	184	184	185	185	185
55.	+ 6,0	183	171	172	174	176	176	173	173
56.	+ 6,5	189	168	163	169	169	170	170	170
57.	+ 7,0	162	165	166	164	164	165	166	166
58.	+ 7,5	144	154	159	161	162	163	163	163
59.	+ 8,0	155	158	159	161	162	162	163	163
60.	+ 8,5	176	165	164	163	163	163	163	163
61.	+ 9,0	164	163	166	165	165	165	164	164
62.	+ 9,5	163	166	166	166	166	165	165	165
63.	+ 10,0	170	168	166	166	165	165	164	164
64.	+ 10,5	166	166	165	164	163	163	162	162
65.	+ 11,0	162	162	161	160	160	159	159	159
66.	+ 11,5	159	156	155	155	155	155	155	155
67.	+ 12,0	146	148	146	151	141	152	152	152
68.	+ 12,5	145	147	147	147	149	149	149	149

... / ...

o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
69.	+ 13,0	156	147	147	147	147	147	147	147 - 147
70.	+ 13,5	144	148	147	148	145	145	145	145 - 145
71.	+ 14,0	143	147	142	144	143	143	143	143 - 143
72.	+ 14,5	155	143	143	141	141	141	141	141 - 141
73.	+ 15,0	132	138	137	138	138	138	138	138 - 138
74.	+ 15,5	126	130	133	134	135	135	136	136 - 136
75.	+ 16,0	131	130	131	132	133	134	134	134
76.	+ 16,5	133	133	133	134	134	134	135	135 - 135
77.	+ 17,0	136	136	136	136	136	136	136	136 - 136
78.	+ 17,5	139	139	139	139	139	139	138	-
79.	+ 18,0	143	142	142	141	141	140	.	.
80.	+ 19,0	143	145	143	142	141	.	.	- .
81.	+ 20,0	146	141	142	141	.	.	.	.
82.	+ 21,0	132	139	139	.	.	.	.	.
83.	+ 22,0	140	135	.	.	.	.	.	.
84.	+ 23,0	132	.	.	.	.	.	.	.

Prelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta

Mr. crt.	d [mm]	X	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 24,0	170							
2.	- 23,0	169	167						
3.	- 22,0	163	167	166					
4.	- 21,0	167	165	165	165				
5.	- 20,0	164	164	165	165	165			
6.	- 19,0	160	169	164	164	164	164		
7.	- 18,0	170	164	164	164	163	163	162	
8.	- 17,5	162	164	163	162	161	160	160	160
9.	- 17,0	161	160	159	157	156	156	159	160
10.	- 16,5	159	152	149	150	150	150	150	151
11.	- 16,0	137	135	141	142	145	146	147	148
12.	- 15,5	169	136	137	142	143	145	147	147
13.	- 15,0	163	142	147	147	148	149	150	151
14.	- 14,5	154	162	146	156	149	149	149	149
15.	- 14,0	170	164	167	163	163	161	160	159
16.	- 13,5	167	170	168	167	165	164	163	162
17.	- 13,0	174	170	167	166	164	164	164	164
18.	- 12,5	148	162	163	163	163	163	163	163
19.	- 12,0	165	157	160	160	161	161	162	162
20.	- 11,5	157	160	163	160	160	161	161	162
21.	- 11,0	157	158	161	160	161	161	161	161
22.	- 10,5	167	164	162	163	162	162	162	162
23.	- 10,0	174	164	164	164	164	163	163	163
24.	- 9,5	177	164	164	164	163	163	163	163
25.	- 9,0	167	161	164	162	162	161	161	161
26.	- 8,5	167	161	160	159	159	159	159	159
27.	- 8,0	144	157	154	156	156	157	157	157
28.	- 7,5	160	144	153	153	153	156	157	157
29.	- 7,0	180	156	156	156	156	156	156	156
30.	- 6,5	170	154	151	161	162	163	164	165

... / ...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	-	6,0	155	174	170	169	170	171	171	172
32.	-	5,5	188	181	177	180	180	180	181	181
33.	-	5,0	199	195	193	191	191	191	191	191
34.	-	4,5	198	203	202	202	202	201	201	200
35.	-	4,0	213	208	212	211	210	210	209	209
36.	-	3,5	212	224	219	218	217	217	217	218
37.	-	3,0	247	225	224	223	223	223	224	224
38.	-	2,5	216	224	227	229	230	231	232	233
39.	-	2,0	210	231	236	239	241	242	242	242
40.	-	1,5	266	253	254	254	254	254	253	252
41.	-	1,0	284	277	271	269	266	264	262	260
42.	-	0,5	280	283	276	274	271	269	267	265
43.	-	0	282	269	274	270	269	260	267	266
44.	+	0,5	243	258	259	263	263	264	264	264
45.	+	1,0	248	250	255	257	259	260	261	262
46.	+	1,5	259	256	257	258	259	260	260	260
47.	+	2,0	262	266	263	262	261	260	260	259
48.	+	2,5	276	268	266	263	261	259	257	256
49.	+	3,0	267	267	260	257	254	252	250	248
50.	+	3,5	252	242	245	242	240	239	238	236
51.	+	4,0	220	221	222	222	222	222	221	221
52.	+	4,5	186	197	200	202	203	203	204	204
53.	+	5,0	189	181	183	184	185	186	187	188
54.	+	5,5	169	170	168	169	170	171	173	173
55.	+	6,0	151	154	157	158	159	160	161	162
56.	+	6,5	143	146	149	151	152	153	154	155
57.	+	7,0	143	146	146	147	148	149	149	150
58.	+	7,5	153	145	146	146	146	146	146	146
59.	+	8,0	138	147	145	144	144	144	144	144
60.	+	8,5	151	142	143	142	142	142	142	142
61.	+	9,0	137	140	138	139	139	139	140	140
62.	+	9,5	131	131	135	136	137	138	138	139
63.	+	10,0	125	133	135	137	138	138	139	139
64.	+	10,5	143	141	141	140	140	140	140	140
65.	+	11,0	154	149	145	144	143	142	142	142
66.	+	11,5	149	143	145	144	144	144	144	144
67.	+	12,0	126	143	143	144	145	145	145	145
68.	+	12,5	154	143	145	146	146	146	146	146

... / ...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
69.	+ 13,0	146	149	149	147	147	146	146	146	147
70.	+ 13,5	148	147	147	147	146	146	146	146	147
71.	+ 14,0	143	147	145	145	145	145	145	145	146
72.	+ 14,5	144	141	143	143	143	144	144	144	145
73.	+ 15,0	131	139	140	142	143	143	143	143	144
74.	+ 15,5	142	140	143	143	144	144	144	144	145
75.	+ 16,0	143	149	146	146	147	145	144	144	145
76.	+ 16,5	157	149	145	145	145	144	144	144	145
77.	+ 17,0	143	145	143	143	143	143	143	143	144
78.	+ 17,5	134	135	139	140	141	142	143	143	144
79.	+ 18,0	128	135	139	140	142	143			
80.	+ 19,0	142	145	142	145	145				
81.	+ 20,0	167	152	151	151					
82.	+ 21,0	147	155	155						
83.	+ 22,0	154	158							
84.	+ 23,0	160								

BUPT
1950
KANTOR

ANEXA 10

Preelucrarea valorilor HV 0,1 pentru epruveta 114

nr. crt.	d [mm]	\bar{X}	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- 24,0	164							
2.	- 23,0	193	175						
3.	- 22,0	167	175	174					
4.	- 21,0	165	172	173	173				
5.	- 20,0	183	171	173	173	173			
6.	- 19,0	164	177	174	174	174	174		
7.	- 18,0	185	173	176	176	176	176	176	
8.	- 17,5	171	178	177	177	178	178	178	178
9.	- 17,0	173	179	179	180	180	180	180	180
10.	- 16,5	187	181	183	182	182	181	181	181
11.	- 16,0	187	188	184	183	182	181	180	180
12.	- 15,5	189	182	182	181	180	179	178	178
13.	- 15,0	171	177	175	175	175	175	175	175
14.	- 14,5	170	167	168	169	169	170	171	171
15.	- 14,0	160	160	163	164	167	167	168	168
16.	- 13,5	151	161	162	163	164	166	166	167
17.	- 13,0	171	164	165	166	166	166	167	167
18.	- 12,5	170	171	168	168	168	168	168	168
19.	- 12,0	171	170	171	170	170	170	170	170
20.	- 11,5	170	172	172	172	172	172	172	172
21.	- 11,0	174	174	173	173	173	173	173	173
22.	- 10,5	173	174	175	174	174	173	173	172
23.	- 10,0	171	177	175	174	173	172	171	171
24.	- 9,5	182	174	172	171	170	169	169	169
25.	- 9,0	168	169	166	166	165	165	165	165
26.	- 8,5	157	155	159	159	160	160	161	161
27.	- 8,0	141	152	152	154	155	157	157	157
28.	- 7,5	157	148	152	152	153	153	154	154
29.	- 7,0	146	155	152	152	152	152	152	152
30.	- 6,5	162	150	152	151	151	151	151	151
31.	- 6,0	142	154	150	150	150	150	150	150

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32.	-	5,5	130	143	149	149	150	150	150	150
33.	-	5,0	130	147	149	150	151	151	151	151
34.	-	4,5	147	153	151	153	152	151	150	148
35.	-	4,0	171	155	156	153	153	153	153	153
36.	-	3,5	141	158	153	154	154	154	154	154
37.	-	3,0	157	147	154	154	150	156	156	156
38.	-	2,5	144	157	156	150	159	159	159	159
39.	-	2,0	170	164	164	162	162	161	161	161
40.	-	1,5	173	170	165	165	161	161	161	161
41.	-	1,0	163	164	164	164	161	163	163	163
42.	-	0,5	132	161	161	162	162	161	161	161
43.	-	0	154	159	159	159	160	161	161	161
44.	+	0,5	150	157	157	159	160	161	162	161
45.	+	1,0	157	160	161	161	162	163	163	163
46.	+	1,5	164	165	165	164	165	165	165	165
47.	+	2,0	174	171	171	170	170	170	170	170
48.	+	2,5	174	173	174	174	173	173	173	173
49.	+	3,0	173	176	177	176	175	174	174	173
50.	+	3,5	174	173	176	175	174	174	173	173
51.	+	4,0	183	173	173	173	172	172	171	171
52.	+	4,5	163	169	169	169	169	169	169	169
53.	+	5,0	170	163	165	165	167	167	167	167
54.	+	5,5	165	165	165	165	166	166	166	166
55.	+	6,0	177	167	165	165	164	164	164	164
56.	+	6,5	157	161	160	160	160	160	160	160
57.	+	7,0	151	170	159	158	160	160	160	160
58.	+	7,5	167	153	155	155	159	159	159	159
59.	+	8,0	155	159	159	159	159	159	159	159
60.	+	8,5	159	155	157	157	157	157	157	157
61.	+	9,0	157	156	157	157	157	157	157	157
62.	+	9,5	154	158	158	158	159	158	158	158
63.	+	10,0	163	159	160	159	159	159	159	159
64.	+	10,5	160	160	161	161	161	161	161	161
65.	+	11,0	163	161	162	162	162	162	162	162
66.	+	11,5	164	161	161	161	161	161	161	161
67.	+	12,0	163	161	161	166	166	166	166	166
68.	+	12,5	161	159	160	160	160	160	160	160

... / ...

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
69.	+ 13,0	157	153	156	156	157	157	157	157
70.	+ 13,5	144	156	156	158	159	159	159	159
71.	+ 14,0	166	160	162	161	161	161	160	160
72.	+ 14,5	170	169	164	163	162	161	161	160
73.	+ 15,0	170	165	163	162	161	161	160	160
74.	+ 15,5	154	158	158	159	159	159	159	159
75.	+ 16,0	151	150	156	156	157	157	157	157
76.	+ 16,5	145	152	153	155	155	156	156	157
77.	+ 17,0	160	156	155	155	156	156	157	.
78.	+ 17,5	163	158	156	157	158	158		.
79.	+ 18,0	152	155	158	157	159			.
80.	+ 19,0	149	161	158	159				.
81.	+ 20,0	181	158	161	160				.
82.	+ 21,0	143	163	160					.
83.	+ 22,0	164	157						.
84.	+ 23,0	165							.

... .. 0,3

ord.	d	\bar{x}	1	2	3	4	5	6	7
1.	- 24,0	107							
2.	- 23,0	170	157						
3.	- 22,0	175	140	141					
4.	- 21,0	114	124	130	131				
5.	- 20,0	122	125	120	123	129			
6.	- 19,0	117	111	113	115	118	129		
7.	- 18,0	122	131	129	125	129	129	129	
8.	- 17,5	122	122	131	130	130	130	130	130
9.	- 17,0	127	133	130	131	131	131	131	131
10.	- 16,5	121	128	132	132	132	132	132	132
11.	- 16,0	122	130	133	131	134	134	131	131
12.	- 15,0	117	121	123	127	127	130	131	131
13.	- 15,0	127	122	122	122	130	133	130	131
14.	- 14,5	122	131	128	122	130	139	139	139
15.	- 14,0	122	127	137	131	130	139	140	140
16.	- 13,5	130	135	137	139	140	141	142	142
17.	- 13,0	143	142	142	142	143	143	143	143
18.	- 12,5	127	151	142	142	147	147	147	147
19.	- 12,0	125	124	133	150	150	149	149	149
20.	- 11,5	121	125	133	132	151	150	150	150
21.	- 11,0	122	115	130	150	150	150	150	150
22.	- 10,5	147	142	147	142	141	149	142	142
23.	- 10,0	142	142	147	141	142	142	142	142
24.	- 9,5	122	122	142	142	150	150	150	150
25.	- 9,0	122	122	122	122	151	151	151	151
26.	- 8,0	122	122	124	122	122	122	122	122
27.	- 7,0	122	124	123	123	123	122	122	122
28.	- 7,0	121	122	121	122	122	122	122	122
29.	- 7,0	121	122	122	122	122	122	122	122
30.	- 6,0	125	120	122	127	122	122	122	122

... / ...

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	- 6,0	128	140	144	147	150	152	153	154
32.	- 5,5	146	151	155	157	158	159	160	160
33.	- 5,0	180	174	171	169	169	168	168	168
34.	- 4,5	196	188	182	180	178	178	177	177
35.	- 4,0	188	185	186	186	186	185	185	185
36.	- 3,5	171	185	191	192	192	192	192	192
37.	- 3,0	196	204	199	199	198	198	198	198
38.	- 2,5	245	207	206	203	203	202	202	202
39.	- 2,0	179	207	205	206	206	206	206	206
40.	- 1,5	197	200	200	200	210	210	210	210
41.	- 1,0	225	217	215	214	214	214	214	214
42.	- 0,5	228	228	219	219	218	218	217	217
43.	- 0	230	221	223	221	221	220	220	219
44.	+ 0,5	205	220	221	222	222	222	221	221
45.	+ 1,0	225	223	223	223	223	222	222	221
46.	+ 1,5	238	225	224	223	222	222	221	221
47.	+ 2,0	213	224	221	220	220	219	219	219
48.	+ 2,5	222	214	216	216	216	216	216	216
49.	+ 3,0	206	211	210	211	211	210	212	210
50.	+ 3,5	206	205	207	207	208	208	208	208
51.	+ 4,0	202	206	205	205	204	204	203	203
52.	+ 4,5	210	205	202	200	199	197	196	195
53.	+ 5,0	204	196	193	191	189	188	187	187
54.	+ 5,5	175	178	177	177	177	177	177	177
55.	+ 6,0	154	156	160	162	164	165	166	167
56.	+ 6,5	139	147	150	152	154	156	157	158
57.	+ 7,0	140	146	147	148	149	151	152	153
58.	+ 7,5	150	149	148	148	149	149	150	151
59.	+ 8,0	147	151	150	150	150	150	150	150
60.	+ 8,5	156	152	152	151	151	150	150	150
61.	+ 9,0	152	153	151	151	150	150	150	150
62.	+ 9,5	152	147	149	148	148	148	148	148
63.	+ 10,0	141	146	146	146	147	147	147	147
64.	+ 10,5	145	143	144	145	145	146	146	146
65.	+ 11,0	143	144	144	144	145	145	146	146
66.	+ 11,5	145	146	146	146	146	146	146	146
67.	+ 12,0	150	147	147	147	147	147	147	147

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
63.	+	12,5	146	149	148	148	148	148	148	1
69.	+	13,0	150	148	149	150	150	150	150	1
70.	+	13,5	148	150	152	152	152	151	151	1
71.	+	14,0	153	157	154	154	154	152	152	1
72.	+	14,5	171	154	155	154	153	152	152	1
73.	+	15,0	139	153	150	151	151	151	151	1
74.	+	15,5	143	144	143	149	150	150	150	1
75.	+	16,0	146	148	143	149	149	149	149	1
76.	+	16,5	151	153	150	149	149	149	149	1
77.	+	17,0	132	150	150	149	148	147	147	1
78.	+	17,5	136	147	146	147	147	147	147	
79.	+	18,0	144	140	144	144	145	144		
80.	+	19,0	141	144	143	144	144			
81.	+	20,0	143	146	146	145				
82.	+	21,0	149	148	147					
83.	+	22,0	146	147						
84.	+	23,0	146							

Valori de duritate HV 0,1 în zonele caracteristice -
 (fig.5.4.) pentru o îmbinare de MI-MI 23.4.- Tm
 sudată electric cu electrozi de nichel „CASTOLIN 2-44” .

a - a		b - b				y - y			
d	HV 0,1	d	HV 0,1	d	HV 0,1	d	HV 0,1		
[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$		
0	160	17	143	1	160	12	136	1	151
1	128	18	151	2	160	12,2	136	2	170
2	143	19	128	3	160	12,4	136	3	160
3	181	19,5	136	4	160	12,6	136	4	160
4	160	20	160	5	170	12,8	151	5	160
4,5	160	20,5	128	6	193	13	191	6	160
5	160	21	151	6,5	170	13,2	170	7	151
5,5	181	21,5	143	7	181	13,3	220	8	105
6,1	193	21,7	136	7,4	160	13,4	160	9	151
6,3	170	21,9	148	7,6	131	13,5	254	10	151
6,5	151	22,1	181	7,8	160	13,6	220	11	110
6,7	206	22,3	188	7,9	160	13,7	193	12	136
6,9	160	22,5	170	8	237	13,8	193	13	181
7,1	151	22,7	131	8,1	220	14	193	14	170
7,3	170	22,9	181	8,2	151	15	193	15	151
7,5	136	23,1	181	8,3	160	16	193	16	151
8	160	23,3	181	8,4	160	17	193	17	143
9	143	23,5	177	8,6	136	18	191	18	143
10	143	24	160	8,8	143	19	160	19	136
11	160	24,5	160	9	143	20	193	20	128
12	160	25	143	9,5	143	21	193	21	160
13	151	25,5	160	10	136	-	-	22	151
14	160	26	136	10,5	136	-	-	23	151
15	181	26,5	136	11	136	-	-	24	170
16	160	27	160	11,5	143	-	-	25	143
								26	160

ANEXA 13

Valori de duritate HV 0,1 în zonele caracteristice (Fig.5.1.)
 pentru o îmbinare de MT-MI 23.4 - Tm sudat MIG cu bare din
 același material. (prima îmbinare)

a - a			b - b			y - y			
d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$
0	274	17	254	0	274	9,4	254	1	254
1	274	17,5	297	1	274	9,5	193	1,5	274
2	274	17,7	297	2	274	9,6	292	2	254
3	274	17,9	333	3	274	9,7	292	2,5	254
4	274	18,1	254	3,5	274	9,8	274	3	254
4,5	274	18,3	254	4	274	9,9	322	4	322
5	322	18,5	322	4,5	322	10	322	5	254
5,5	274	19	274	4,6	322	10,5	292	6	254
6	254	19,5	274	4,7	297	11	274	7	254
6,2	333	20	237	4,8	254	12	237	8	254
6,4	464	20,5	254	4,9	254	13	237	9	254
6,6	464	21	254	5	274	14	292	10	353
6,8	464	21,5	274	5,1	333	15	292	11	274
7	514	22	274	5,2	322	16	292	12	181
7,2	464	22,5	274	5,4	420	17	237	13	254
7,4	333	-	-	5,6	322	18	254	14	170
7,6	351	-	-	5,8	322	-	-	15	170
7,8	383	-	-	6	322	-	-	16	254
8	351	-	-	6,5	254	-	-	17	254
9	351	-	-	7	254	-	-	18	254
10	237	-	-	7,5	181	-	-	19	200
11	237	-	-	8	254	-	-	20	274
12	181	-	-	8,6	254	-	-	21	322
13	181	-	-	8,8	274	-	-	21,5	322
14	181	-	-	9	237	-	-	22	322
15	237	-	-	9,2	297	-	-	22,5	254
16	420	-	-	9,3	254	-	-	23	254

ANEXA 14

Valori de duritate HV 0,1 în zonele caracteristice
(fig. 5.4.) pentru o îmbinare de LP-MI 23,4 - Tm
sudată WIG cu bare din acelaș material (a doua îmbinare)

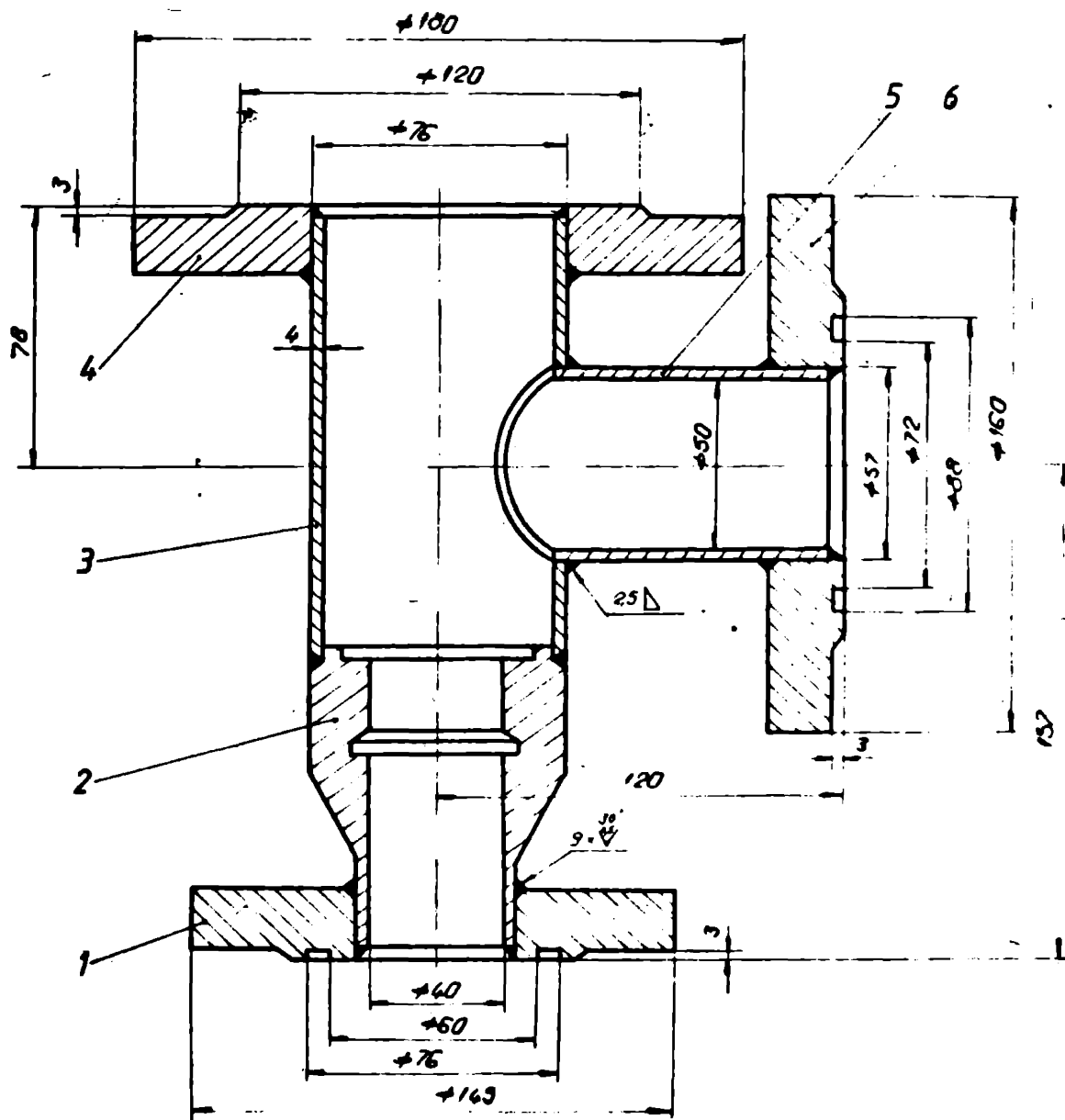
a - a				b - b		y - y	
d	HV 0,1	d	HV 0,1	d	HV 0,1	d	HV 0,1
[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$	[mm]	$\left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}\right]$
0	170	17	206	0	181	0	206
1	170	18	206	1	193	1	206
2	181	19	206	2	206	2	170
3	170	20	274	3	206	3	170
4	181	21	274	4	193	4	170
5	160	21,2	254	5	237	5	220
5,2	181	21,4	274	5,5	174	6	170
5,4	193	21,6	237	5,7	297	7	220
5,6	193	21,8	274	5,9	297	8	193
5,8	193	22	206	6,1	213	9	220
6	193	22,2	206	6,3	206	10	237
6,2	220	22,7	206	6,5	254	11	297
6,4	206	23	220	7	254	12	274
6,6	206	24	220	7,5	254	13	237
7	213	25	220	8	206	14	206
7,5	237	26	206	8,7	193	15	181
8	237	27	181	8,9	206	16	193
9	237	28	181	9	254	17	181
10	237	-	-	9,25	297	18	274
11	220	-	-	9,5	297	19	206
12	206	-	-	10	297	20	170
13	237	-	-	10,5	297	21	151
14	245	-	-	11	297	22	193
15	245	-	-	12	254	23	206
16	206	-	-	13	170	24	220

Valori de densitate HV 0,1 în zonele caracteristice (fig. 5.4.) pentru o îmbinare de MT-MI (3,4 - Im) sudată MIG cu bare din același material (a doua îmbinare) după vibrodensificare (cap. 5.2.1.)

d [mm]	H - a		b - b				Y - Y		HV [mm]		
	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	d [mm]			
0	237	12	237	0	237	8,7	297	0,2	322	15,5	322
1	237	13	274	1	237	8,9	332	0,5	351	16,5	351
	220	14	237	2	206	9,1	254	0,8	322	17,5	322
3	237	15	237	3	206	9,3	337	1	322	18,5	322
3,2	237	16	322	3,2	220	9,3	181	1,5	322	19,5	322
3,4	220	17	297	3,4	237	10,3	181	2	297	20,5	297
3,5	237	18	274	3,6	274	11,3	170	2,5	237	21,5	237
3,6	237	19	274	3,7	297	12,3	170	3	170	22	170
3,7	206	19,2	332	3,8	336	-	-	3,5	151	22,5	151
3,9	254	19,4	237	4	351	-	-	4,5	160	23	160
4,1	297	19,5	237	4,2	351	-	-	5,5	297	23,5	297
4,5	237	19,7	181	4,7	274	-	-	6,5	181	24	351
5	220	20	170	5,2	254	-	-	7,5	220	-	-
5,5	220	20,5	170	6,2	274	-	-	8,5	322	-	-
6	274	21	160	7,2	237	-	-	9,5	254	-	-
7	283	22	170	7,5	254	-	-	10,5	351	-	-
8	283	23	170	7,7	297	-	-	11,5	351	-	-
9	351	-	-	8	297	-	-	12,5	254	-	-
10	332	-	-	8,2	254	-	-	13,5	322	-	-
11	237	-	-	8,4	297	-	-	14,5	322	-	-

Valori de duritate HV 0,1 în zonele caracteristice (fig.5.4) pentru o îmbinare de MP-MI 23.4-Tm sudată WIG cu bare din acelaș material (a doua îmbinare) după vibrodetensionare și recoacere (cap. 5.2.1 ; 5.2.2.)

a - a		b - b		y - y	
d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2} \right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2} \right]$	d [mm]	HV 0,1 $\left[\frac{daN}{mm^2} \right]$
0	193	17,3	151	0	193
1	193	17,5	143	1	193
2	193	17,7	143	2	206
3	131	18	151	3	206
3,2	170	18,2	181	4	220
3,4	170	18,4	181	5	220
3,6	170	19	181	5,5	206
3,8	170	20	181	6	237
4	170	21	170	6,2	181
4,5	170	22	176	6,4	170
5	160	-	-	6,6	170
5,5	160	-	-	6,8	160
6	160	-	-	7	160
6,5	143	-	-	7,5	160
7	143	-	-	8,5	160
7,5	143	-	-	9,5	160
8	143	-	-	10	170
9	143	-	-	10,2	165
10	143	-	-	10,4	206
11	136	-	-	10,6	206
12	136	-	-	10,8	170
13	143	-	-	11	131
14	143	-	-	11,5	131
15	143	-	-	12	170
16	143	-	-	13	151
17	151	-	-	14	130



CORP INFERIOR

- 1- Flanșă I
- 2- Corp
- 3- Țeavă
- 4- Flanșă II
- 5- Ghidaj supapă II
- 6- Flanșă III

FIȘA TEHNOLOGICA
Nr.

Intocmește F.T.Nr.

Calitate material

Secțiunea (Profilul)

U/M

Necesar / buc

Tehnolog

Verificat

Normator

Comanda

Denumirea ansamblului
SUPAPA DE SIGURANȚĂ

Reper ansamblu
7.1127-00-00

Buc/ans
ANEXA

Pag

17

7.1127-01-00

12

Nr crt	DENUMIREA OPERATIEI	Loc de muncă		S.D.V. / Indicații tehnologice	Echipa Prelucrare Sisteme Deserv Carag	Timp normal			Valoarea manoperei			
		Atelier	Masina			Preg.	Unitar	Preg.	Unitar	Preg	Unitar	Cumulat
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	Executat reper FLANSĂ I							1,06	1,64	13,34	18,44	
02	Executat reper CORP							0,25	1,42	2,90	15,97	
03	Debitat reper TEAVĂ Ø 76x4							-	0,18	-	2,07	
04	Executat reper FLANSĂ II (2 bucăți)							2,20	4,02	24,90	45,00	
05	Debitat reper TEAVA Ø 57x3,5							-	0,14	-	1,55	
06	Executat reper FLANSĂ III							1,10	0,04	12,35	23,09	
07	Sudat repere							1,28	18,85	15,25	228,25	
08	Detensionat							1,10	4,25	12,65	48,90	
09	Verificat etanșeitate							1,50	0,64	17,25	7,35	
10	Curățare final							-	0,50	-	7,20	

Nr. 98/2010/775/73/AS/10

LISTA CONSUMULOR MATERIALI

MATERIALUL		R E P E R U L :		CANTITATE DE PRODUS		VALOARE	
Denumirea	Calitate si sortiment	Mr. reper	Dimens. tehnolog. reper prod.	Norma suc. tehnolog. reper prod.	U.m. tehnolog De aproviz.	Coef. Cant. unitar lei/Um	Pret Total lei
1. 230 22	Cr 1 18/3	T 1127 ol p 1	156 x 156	4,202	1 kg.	4,202	1,05 4,35 75 320,25
2. 230 22	"	T 1127 ol p 2	102	4,013	"	4,013	1,04 4,180 60 230,00
3. 230 22	"	T 1127 ol p 3	140	0,995	"	0,995	1,03 1,150 230 39,20
4. 230 22	"	T 1127 ol p 4	134 x 124	6,499	"	12,998	1,05 13,40 75 1005,0
5. 230 22	"	T 1127 ol p 5	91	0,431	"	0,431	1,03 0,450 230 25,30
6. 230 22	"	T 1127 ol p 6	174 x 174	5,224	"	5,224	1,05 5,40 75 405,0
7. 230 22	SIGCRL12M19	T 1127 ol		0,20	"	0,20	1,00 0,20 65 32,5
8. 230 22	"	"		0,30	"	0,30	1,00 0,30 65 32,5
9. 230 22	"	"		1,00	1	1,00	1,00 1,00 0,012 1,2
						29,42	309,00

CORP INFERIOR

Inreg. calc.				T - 1127 - 01-00				VALORI P.R. SERIA		10		
Denumirea ansamblului SUPAPA DE SIGURANTA				Reper ansamblu T - 1127 - 00 - 00				BUG / ans.		Pag		
Produsul				Comanda				ANEXA		19		
Inlocuiește F.T. Nr.			Secțiunea (Profilul)			U/M			Normator			
Căruț material			Necesar/buc			Tehnolog Verificat			OMOLOGAT Poz.			
Nr. crt.	DENUMIREA OPERATIEI	Loc de muncă		S. D. V Indicații tehnologice	Verificat	Echipa		Timp normal		Valoarea manoperei		
		Atelier	Mașina			Descriere	Categ.	Preg.	Unitar	Preg.	Unitar	Cumulat
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	Strunjit interior							0,25	1,10	2,875	12,65	
02	Strunjit exterior flanșă (poziția 4)							0,25	0,60	2,875	6,90	
03	Strunjit exterior flanșă (poziția 6)							0,25	0,75	2,875	8,625	
04	Strunjit exterior flanșă (poziția 1)							0,25	0,56	2,875	6,670	
05	Determinare *							1,10	4,25	12,650	48,90	
06	Verificat e transeritate							1,50	0,64	17,25	73,6	
07	Control final							-	0,50	-	7,20	
$M = \frac{1000}{1000} \cdot 98,31 = 102,45 \text{ lei}$												

Calculul prețului de producție și livrare a
reperului „CORP ÎN ELICR” turnat din T1521Mn10Cr12C
conform art.2 din Decretul nr. 380/1984.

1. Elemente cunoscute:

- greutate reper turnat : 21,45 kg.
- compoziție chimică medie conform SRS 10713-81 :
C = 0,15 %; Mn = 2,0 %; Si = 1,25 %; Cr = 13 %; Ni = 10,0 %; Nb = 1,2 %
Ti = 5 x %C = 0,75 %; Nb = 8 x %C = 1,2 %.
- grupa de complexitate II cu 2 adzuri,

2. Elemente de calcul:

- cost piesă turnată: 19,25 lei/kg; 21,45 x 19,25 = 414,00
 - adaos pentru garantarea caracteristicilor mecanice (Rp 0,2, KV, Z) : 1 lei/kg. 21,45 x 1,00 = 21,45
 - adaos pentru execuția de unelte: 10,5 din barem 327,15 x 0,1 = 32,715
 - adaos pentru restrângerea compoziției chimice în limitele prescrise : 1,5 % din barem: 327,15 x 0,015 = 4,907
 - cost revenire înaltă după turnare: 4,20 lei/kg: 21,45 x 4,20 = 90,21
 - garantarea caracteristicilor mecanice la temperaturi ≠ 20°C : 7,20 lei/kg.: 21,45 x 7,20 = 154,44
 - garantarea stabilității dimensionale prin două reconceri de detensionare : 7,20 lei/kg.: 21,45 x 7,20 = 154,44
 - control nedistructiv 100% : 140,5 din barem: 327,15 x 1,4 = 458,01
 - majorări pentru elaborarea oțelului înoxidabil înalt aliat : 2000 lei/t. 21,45 x 0,00 = 40,00
 - adaos pentru elementele de aliere: mangan (peste 0,65%) : 1,35 % x 0,350 lei/kg = 0,4725
siliciu (peste 0,4%) : 0,85 % x 0,480 lei/kg = 0,408
crom : 13,0 % x 0,40 lei/kg = 5,32
nichel : 10,5 % x 2,00 lei/kg = 21,00
titan : 0,75 % x 4,000 lei/kg = 3,00
moliбden : 0,12 % x 217,100 lei/kg = 26,052
niobiu : 1,2 % x 21,100 lei/kg = 25,32
- TOTAL COST PRODUCȚIE = 1370,00
IBER COST BAREM = 1370,00

Calculul prețului de producție de
livrare a reperului „CORP INFERIOR”
turnat din fontă MT-MI 23.4-Tm,
conform art.3 din Decretul 380/1984

1. Elemente cunoscute

- greutate reper turnat: 21,45 kg.
- compoziție chimică medie (cap.2.2):
C = 2,19 %; Si = 2,25 % ; Mn = 4,60 %; Ni = 23 %;
- grupa de complexitate II cu 2-măsurări

2. Elemente de calcul: lei

- cost piesă turnată: 13,25 lei/kg: $21,45 \times 13,25 = 284,20$
 - adaos pentru probă
de presiune: 15 % din barem $284,20 \times 0,15 = 57,95$
 - cost revenire înaltă după
turnare : 3,70 lei/kg. : $21,45 \times 3,70 = 79,40$
 - garantarea caracteristicii mecanice
la temperaturi diferite de 20°C:
7,20 lei/kg : $21,45 \times 7,20 = 154,45$
 - control nedistructiv 100 % :
122 % din barem : $284,2 \times 1,22 = 346,75$
 - adaos pentru elemente de
aliere: mangan (peste 0,65 %) : 3,95 % x 0,35 lei/
Kg = 1,40
siliciu (peste 0,4 %) : 1,85 % x 0,48 " = 0,90
nichel : 23 % x 1,80 " = 41,40
- TOTAL PREȚ COST PROPUS = 966,50
PREȚ DE LIVRARE = 967,00

ALIMENTAȚIA DE PREȚ DE COST COMPARATIVĂ
 PRINTELE ALIMENTAȚIEI ÎN PARTENI „CORP ÎNĂLȚĂTOR”
 în trei variante

Nr. cat.	Articole de calculație	%	Variante		lei
			construc- țic suda- tă	turnat oțel inox	
1. Materii prime și materiale					
	Directe	-	2097	1365	997
	Indirecte	-	363,65	102,45	161,1
3. Impozit și C.A.S. pentru re-					
	Impozit direct	32,24	117,24	53,03	32,24
	Impozit indirect	-	460,82	15,4	131,1
	Impozit de succes	206,57	293,37	272,86	212,1
	COST DE BAZĂ	-	3571,26	1700,34	1332,1
7. Costurile generale ale in-					
	treprinderii	14,33	511,76	255,13	192,1
	COST UNITAR	-	4083,02	2055,47	1524,2
	Cost fix R	14	612,46	205,38	211,1
10. PREȚ DE PRODUCȚIE					
	PREȚ DE BAZĂ		4696,48	2340,79	1907,2
	PREȚ DE BAZĂ		4696,00	2341,00	1907,2

... în varianta turnat din ST-11 23,4 %
 ... din prețul variantei turnat din oțel
 ... și 40,6 % din prețul variantei construc-
 ... din oțel inoxidabil CrNi 18/8.

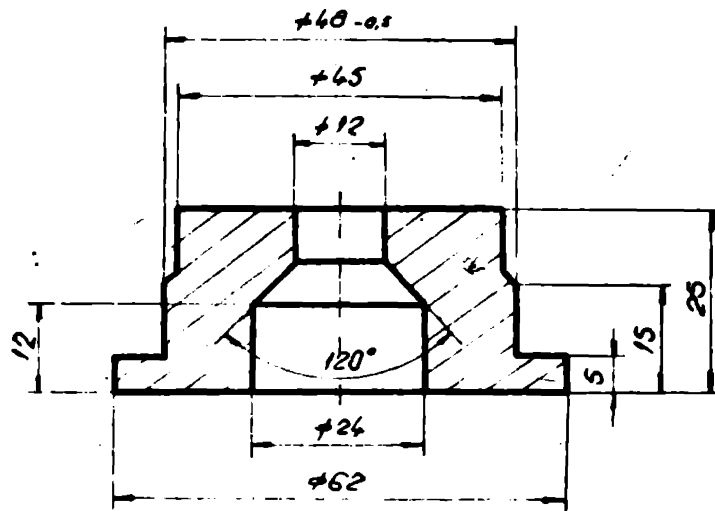
ANTECALCULATIA PRETELUI DE COST AL INCARCATURII PENTRU OBTINEREA A 1000 kg METAL LICHID.

Nr. crt.	Material pentru încărcătură	Cantitate		Preț*) unitar dolar/T15TiMoNiCr180 tonă	Cost material	dolar MT-MI 23.4-Tm
		INOX	FOLTA			
1.	Fontă brută PK	-	423	440,94	-	186,52
2.	Fier vechi	600	307	96,92	58,15	29,75
3.	Ferosiliciu %Si	14	17,3	694,53	9,72	12,01
4.	Feromangan %Mn	35	70,3	611,04	21,39	42,96
5.	Ferocrom %Cr	312	-	1041,79	325,04	-
6.	Feromolibden %Mo	7	-	9233,27	64,63	-
7.	Ferotitan %Ti	1,1	-	2351,41	2,57	-
8.	Nichel granule 99,9%	110	236	4898,53	538,91	1156,04
9.	Niobiu	1,3	-	12029,56 ^{xx)}	15,64	-
10.	Modulin S2	4	43,5	3893,30 ^{xx)}	-	101,23
T O T A L		1140,4	1096,7	-	1036,05	1528,51

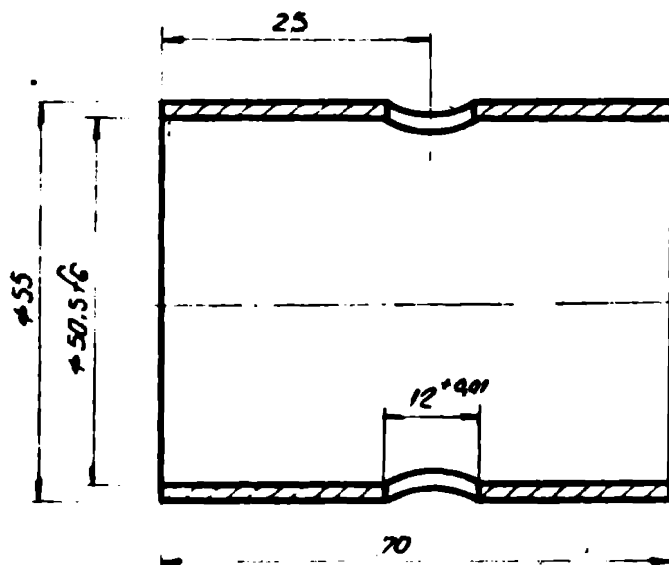
*) Prețuri medii pentru anul 1984 prelucrate din „EVOLUTIA PRETELOR INTERNATIONALE” - supliment la buletinul zilnic „PIATA INTERNATIONALE” editat de Institutul Central de Cercetări Economice, București, aprilie, 1985.

xx) Prețuri aproximative.

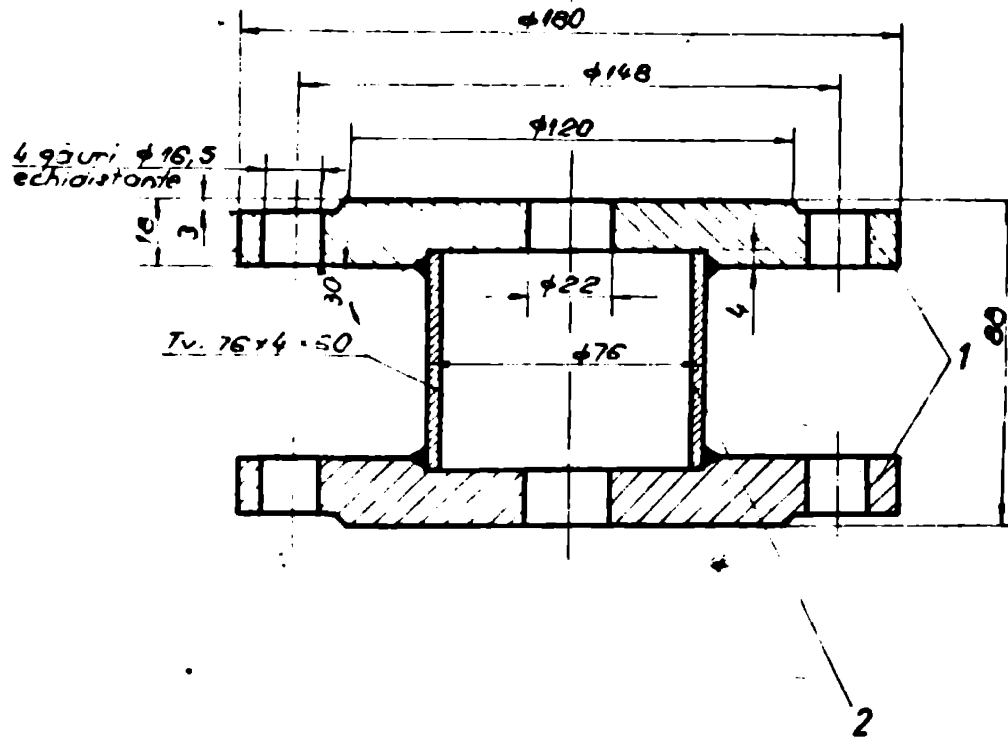
Notă: - pentru un curs de revenire de 20 lei = 1 dolar USA rezultă un preț de cost unitar pe metal lichid de :
 23,22 lei/kg pentru T 15 Ti Mo Ni Cr 180
 33,07 lei/kg pentru MT-MI 23.4 -Tm
 unde s-a considerat 2,50 lei/kg preț unitar pentru elaborarea metalului lichid.



TALER

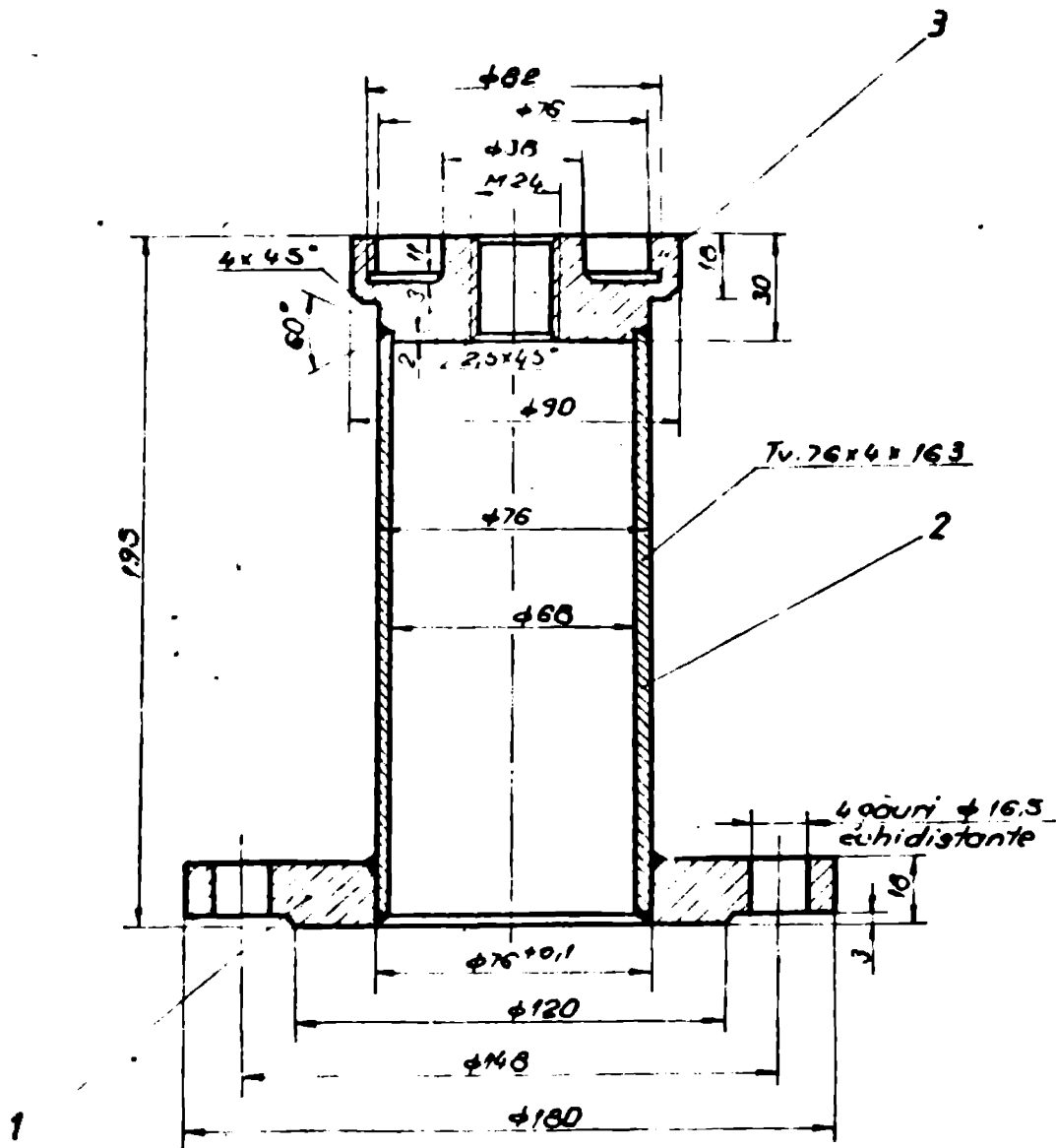


GHIDAJ SUPAPĂ II



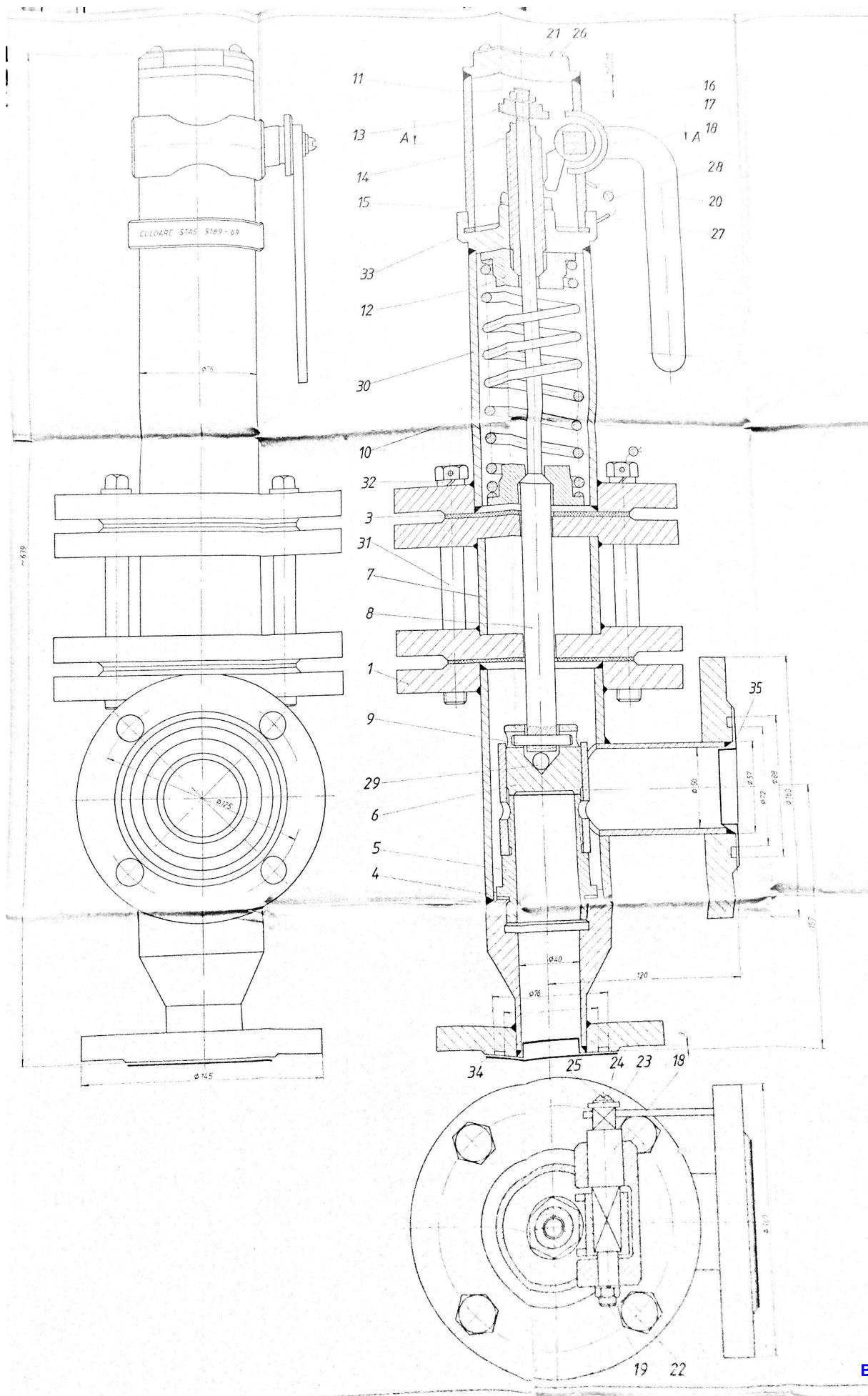
CAMERA SEPARARE

- 1-Flanșă
- 2-Țeavă



CORP SUPERIOR :

- 1 - Flanșă
- 2 - Teavă
- 3 - Corp



CARACTERISTICI TEHNICE

Tipul constructiv cu resort cu deschidere bruscă completă cu corp închis, construcție neetanșă cu racord intrare și ieșire cu flanșă Pn 16 bar.

Presiune nominală	$P_n = 16 \text{ bar}$
Presiune reglare	$P_r = 2,5 \text{ bar}$
Contrapresiune constantă	$P_c = 0 \text{ bar}$
Temperatura maximă de lucru	$T_{\text{max}} = +150^\circ\text{C}$
Temperatura minimă de lucru	$T_{\text{min}} = -196^\circ\text{C}$
Fluid de lucru	oxigen azot argon
Mediu ambiant	necoroziv sau slab coroziv
Diametrul minim de scurgere	$d = 40 \text{ mm}$
Diametrul minim de ieșire	$d = 50 \text{ mm}$
Secțiunea minimă de scurgere	$A = 1256 \text{ mm}^2$
Cursa limită	$h_c = 10 \text{ mm}$
Cursa de descărcare	$h_d = 10 \text{ mm}$
Dispersia presiunii de declanșare	$a = \text{bar}$
Creșterea presiunii la deschidere	$b_1 \leq 10\% = 6,67\%$
Scăderea presiunii la închidere	$b_2 \leq 10\% = 10\%$
Coefficient de scurgere	$\alpha =$
Domeniul de reglare	$2,1 - 4,7 \text{ bar}$
Debit teoric de evacuare	4117 Kg/h

NOTĂ

Toate reperele care lucrează la temperaturi negative (mediu criogenic) în timpul esapării supapei sînt executate din materiale rezistente la -196°C și sînt rezistente la acțiunea oxigenului azotului și argonului

MODIFICĂRILE ADUSE PREZENȚEI SUPAPE NU MODIFICĂ PARAMETRII FUNCȚIONALI

Se vopsește culoare roșie maneta (poz 20)

Pe corp se imprimă un inel de culoare

oxigen	{ portocaliu albăstru
azot	
argon	{ portocaliu argintiu

în grosime de 10 mm (STAS 5189-69)

35	Dop ieşire	T-1126-20	1	polietilenă		0,025
34	Dop intrare	T-1127-15	1	polietilenă		0,020
32	Şaiba Grower N 16	STAS 7666/2-80	4	OLC 55A		0,023
31	Şurub hexagonal	T-1127-14	4	w/14306 w/14541	N 16	1,064
30	Corp superior II	T-1127-13-00 b	1	w/14306 w/14541		6,360
29	Bită Ø12		1	V 2 A		0,005
28	Sigiliu plumbuit		3	plumb		0,002
27	Ureche sigiliu	T-1120-01-05	2	w/14306 w/14541		0,001
26	Nit Ø2x10	STAS 9229-73	4	aluminiu		0,004
25	Şurub cap semirotund	STAS 8423-69	1	OL 37	M6x20	0,020
24	Inel siguranţă Grower	STAS 7666/2-80	1	OLC 55 A		0,001
23	Şaibă plată B 6	STAS 5200-72	1	OL00		0,001
22	Şaibă plată	STAS 5200-72	1			0,001
21	Etichetă	T-1127-12	1	aluminiu		0,060
20	Manetă ridicare	T-1120-20	1	OL 37		0,200
19	Piuliţă hexagonală	STAS	1	w/14306 w/14541		0,006
18	Ax ridicare	T-1127-11	1	w/14306 w/14541		0,189
17	Pîrghie ridicare	T-1120-17-00	1	w/14306 w/14541		0,119
16	Capac supapă	T-1127-10 (b)	1	w/14306 w/14541		1,057
15	Contrapiuliţă	T-1120-15	2	w/14306 w/14541		0,052
14	Şurub de reglaj	T-1120-14	1	w/14306 w/14541		0,203
13	Piuliţă ridicare	T-1120-13	1	w/14306 w/14541		0,072
12	Taler sus jos	T-1127-09	2	w/14306 w/14541		0,754
11	Piuliţă hexagonală	T-1120-11	1	w/14306 w/14541		0,006
10	Resort	T-1127-08	1	51VCr11A	STAS 795-80	0,375
9	Ştift	T-1121-08	1	w/16903 w/14541		0,009
8	Tijă	T-1127-07	1	w/16903 w/14541		0,579
7	Ghidaj supapă II	T-1127-06 (b)	1	w/16903 w/14541		0,19
6	Supapă II	T-1127-05 (b)	1	w/16903 w/14541		0,509
5	Scaun II	T-1127-04	1	w/16903 w/14541		0,455
4	Garnitură scaun	T-1121-03	2	teflon		0,003
3	Garnitură corp	T-1127-03	2	teflon		0,043
2	Cameră separare II	T-1127-02-00 (b)	1	w/14306 w/14541		6,800
1	Corp inferior II	T-1127-01-00 (b)	1	w/14306 w/14541		8,805

poz	Denumire	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observatii	Masa neta
-----	----------	--------------------	-----	----------	------------	-----------

--	--	--	--	--	--	--

proiectat
 desenat
 verificat
 aprobat
 Masa netă: 28,000
 T-1127-00
 Inlocuieşte desen nr.
 Nr. inventar

INSTITUTUL POLITEHNIC
 „TRAIAN VUIA”
 TIMISOARA
 1:1
 Data: 15.06.1985
 SUPAPA DE SIGURANTA CU
 ARC PT. DOMENII CRIOGENICE-TIP 3
 SSAC-3-16/16-40x40x50