



Universitatea
Transilvania
din Brașov

FACULTATEA DE ȘTIINȚA
ȘI INGINERIA MATERIALELOR

CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL UNOR TRATAMENTE TERMICE INOVATIVE ASUPRA CALITĂȚII ALIAJELOR METALICE UTILIZATE ÎN INDUSTRIE

Conf. dr. ing. Maria Stoicănescu





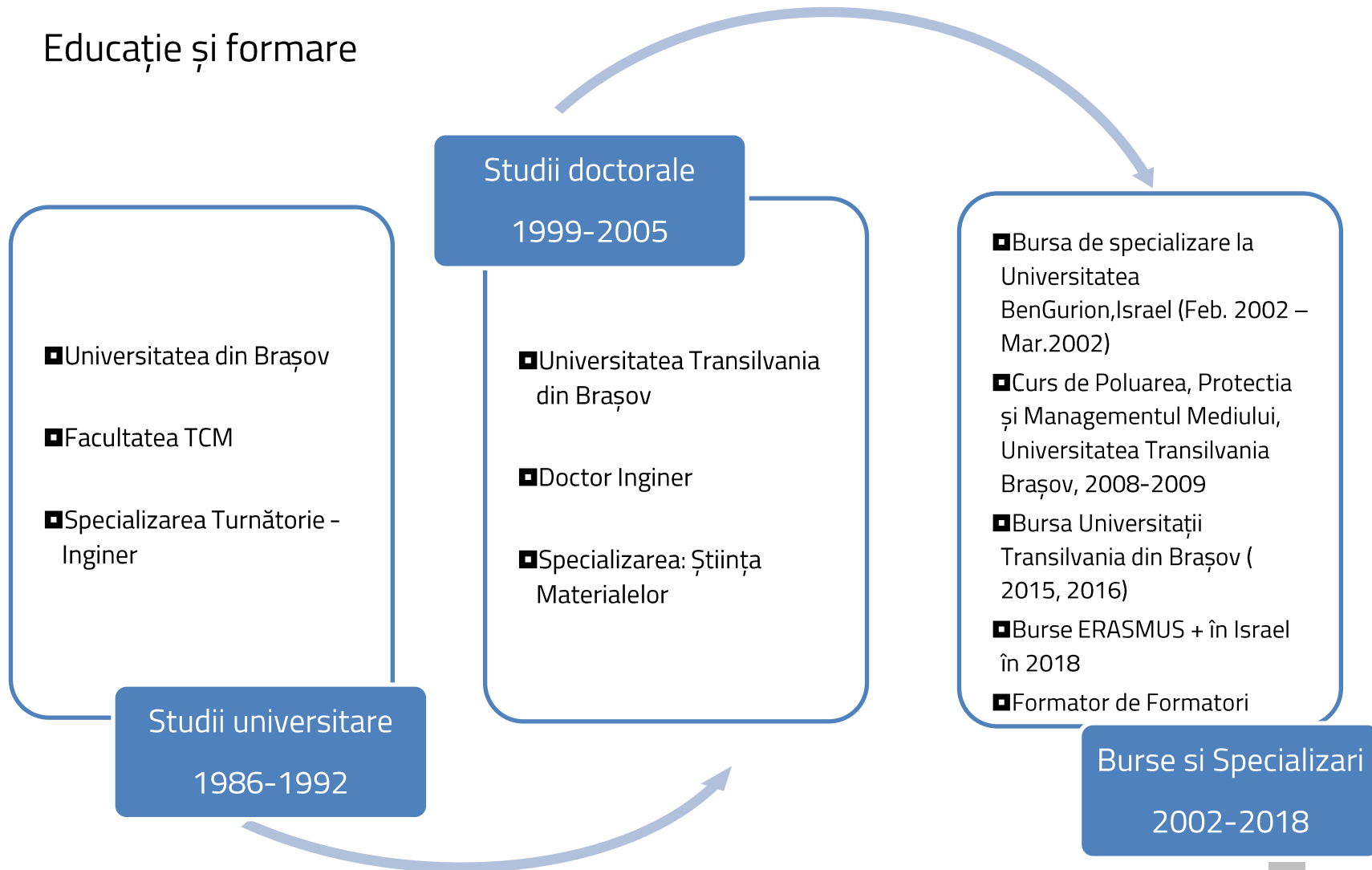
Cuprins

- Educaţie şi formare / Experienţă profesională
- (B-I) Realizări ştiinţifice şi profesionale
- (B-II) Planuri de evoluţie şi dezvoltare a carierei
- Gradul de îndeplinire a standardelor minimale



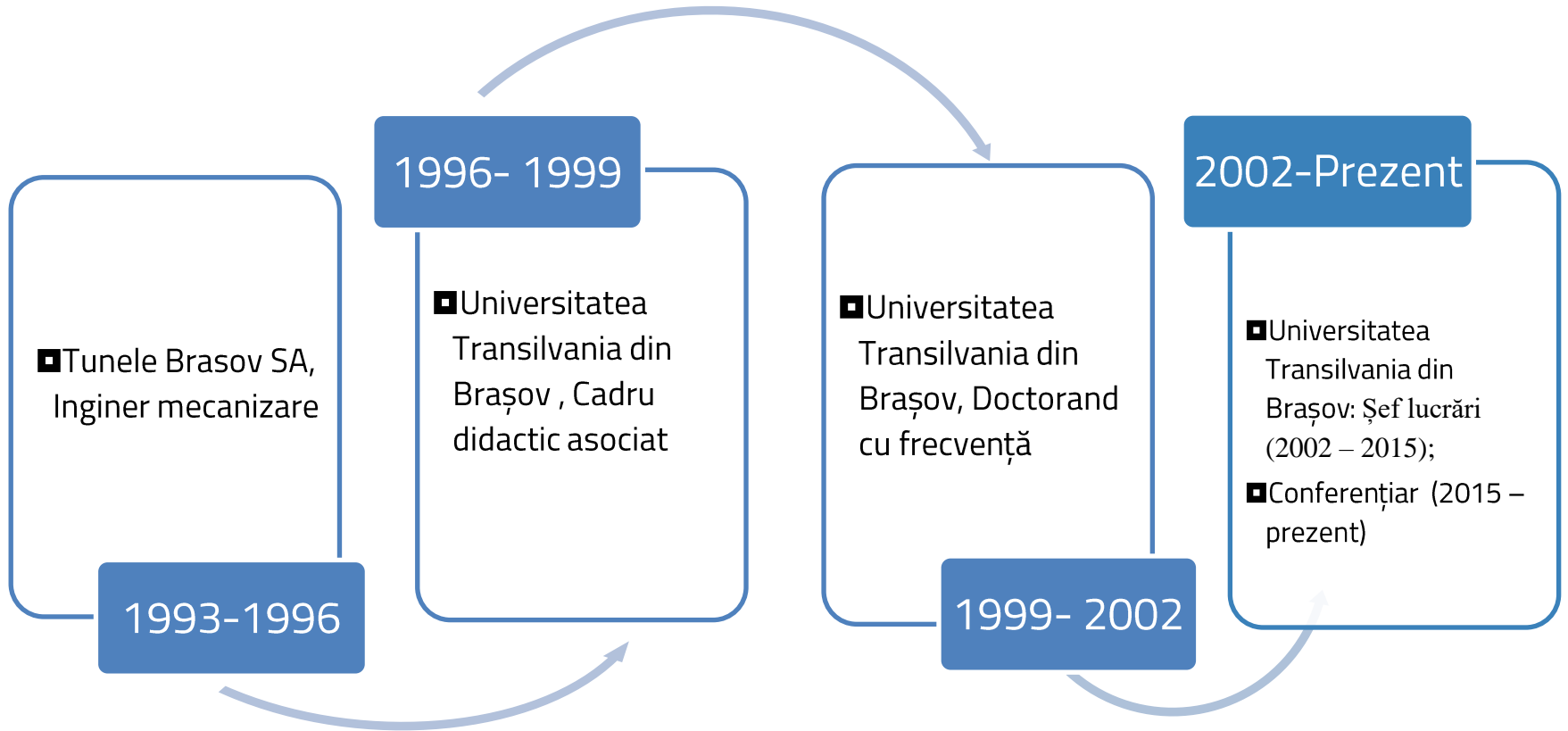


Educaţie şi formare





EXPERIENŢĂ PROFESIONALĂ





(B-I) REALIZĂRI ŞTIINŢIFICE ŞI PROFESIONALE


Teza de abilitare reprezintă rezultatul cercetărilor efectuate în domeniul procesării aliajelor, astfel:

- În cadrul universitar:
Universitatea "Transilvania" din Braşov, Facultatea de Ştiinţa şi Ingineria Materialelor
- In cadrul institutelor de cercetare:
 - - Institutul de Cercetare - Dezvoltare al Universităţii Transilvania din Braşov: Centrul de Cercetare C08;
 - Centrul de Cercetare pentru Energie, Mediu şi Tehnologie - CIEMAT- Plataforma Solar de Almería (PSA), Spania
- În domeniul industrial:
 - S.C. "ALRO" Slatina;
 - S.C. "BODYCOTE Tratamente Termice" S.R.L. Braşov.



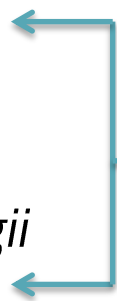


Introducere

- Scopul cercetării 
 - îmbunătăţirea calităţii produselor*
 - asigurarea eficienţei economice*

*diversificarea
materialelor metalice*

*noi tehnici şi tehnologii
de prelucrare*



*perfecţionarea tehnologiilor
clasice de tratament termic
(procedee inovative)*

*noi procedee de tratament termic
(procedee neconvenţionale)*

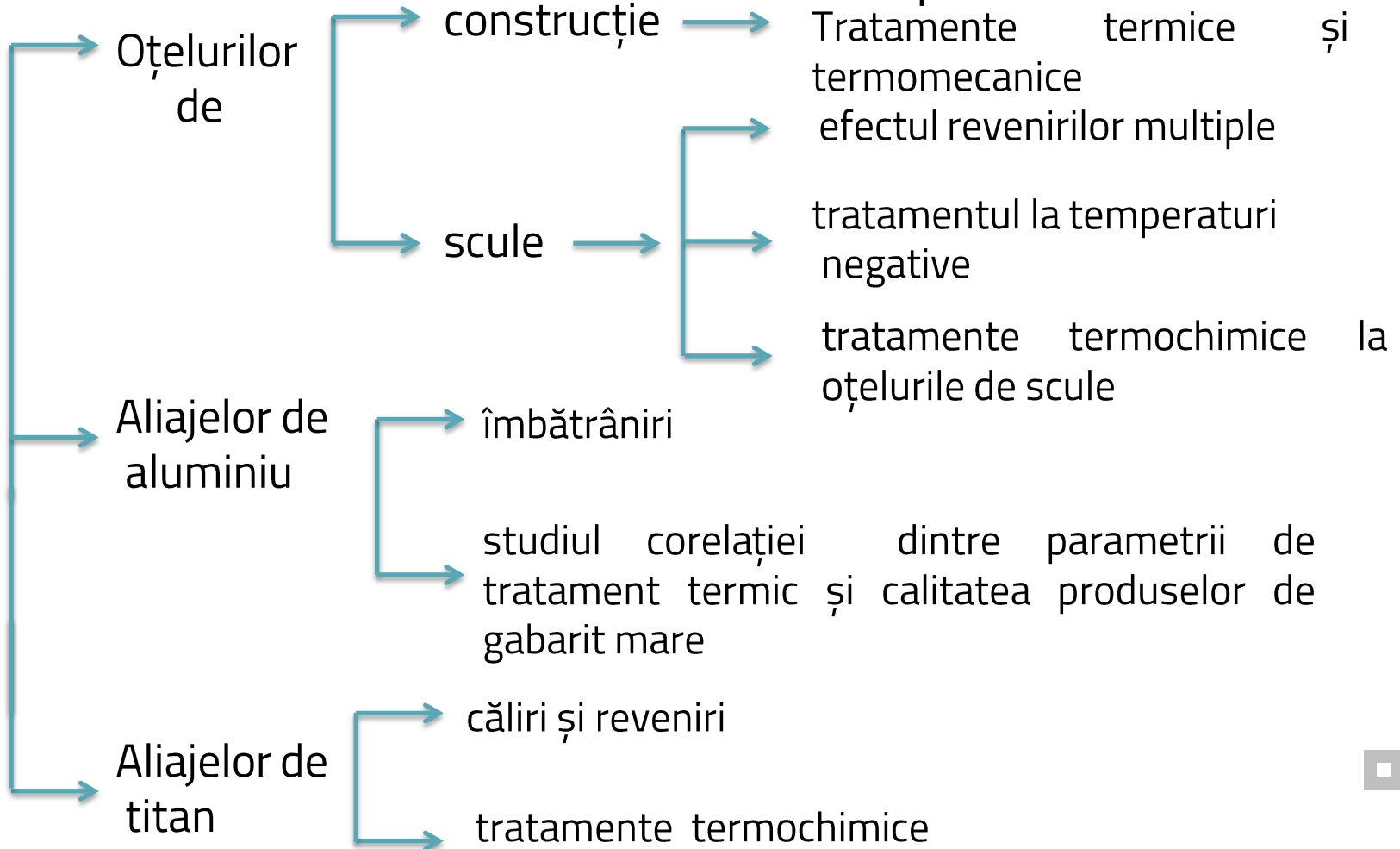
- Cercetările au fost axate pe materiale metalice (oţeluri, aliaje de aluminiu, aliaje de titan, etc.) în scopul îmbunătăţirii performanţelor.





PERFECTIONAREA TEHNOLOGIILOR CLASICE DE TRATAMENT TERMIC (PROCEDEE INOVATIVE)

Cercetări în domeniul tratamentelor aplicate:





Influenţa tratamentelor termomecanice asupra calităţii produselor **Scop:** economii de energie şi îmbunătăţirea performanţelor în exploatare ale produselor

Tabel1 Parametrii de lucru pentru TTMI

Tip material	Interval temp. deformare plastică [°C]	Călire		Revenire			Grad deformare	
		Temp. [°C]	Mediu răcire	Temp. [°C]	Durata [h]	Mediu răcire	ϵ_1 [%]	ϵ_2 [%]
1.7225	900-850	850	ulei	200	2	aer	30	50
				400				

Tabel 2 Parametrii de lucru pentru TTMJ

Tip material	Temp. Înc. [°C]	Treapta subcritică		Grad deformare		Mediu răcire	Revenire		
		Mediu răcire	Temp. [°C]	ϵ_1 [%]	ϵ_2 [%]		Temp. [°C]	Durata [h]	Mediu răcire
1.7225	900	aer	600-	30	50	ulei	200	2	aer
			500				400		



Tabel 3 Caracteristicile mecanice după tratament termic

Nr.crt	Felul tratamentu lui	Temperatura de revenire [°C]	Duritate [HRC]		Rezilienţa KCU [J/cm ²]	
			ϵ_1 =30%	ϵ_2 =50%	ϵ_1 =30%	ϵ_1 =50%
1	TTMJ	200	51,2	57,4	19,5	17,2
		400	36,6	40,2	32,5	29,6
2	TTMI	200	48,5	53,9	21,7	20,2
		400	35,3	39,7	33,3	31,3

Concluzii

- tratamentele termomecanice influenţează sensibil proprietăţile materialului;
- la TTMI creşterea gradului de deformare provoacă o uşoară creştere a durităţii ca urmare a unei finisări remanente ;
- la TTMJ se constată că durităţile finale sunt ceva mai mari decât la TTMI, ceea ce se explică prin lipsa proceselor de recristalizare.





Cercetări privind influenţa tratamentelor termice asupra rezistenţei la uzare a oţelului 1.1203

Scop: îmbunătăţirea durabilităţii produselor

Tabel 4 Parametrii de tratament termic (var.1) şi rezultatele obţinute

Marca oţelului	Călire				Revenire			
	Temp. [°C]	Durata [min]	Mediu răcire	Durit.[HRC]	Temp [°C]	Durata [min]	Mediu răcire	Duritatea [HRC]
1.1203	830	30	apă	63,5	600	90	aer	32,2
					400			42,7

Tabel 5 Parametrii regimului de sudare şi rezultate (prin încărcarea prin sudare -var2)

Procedeul de sudare	ϕ sârmei electrod [mm]	Polaritate	Intens curent de sudare [A]	Tens. arc electric [V]	Viteza de sudare [cm/min]	Duritate strat [HV]
111	3,2	DC+	110-130	23-25	8-11	557 (~52,7HRC)

Tabel 6 Încărcare prin sudare și tratament termic ulterior (Var.3)

Marca oțelului	Călire				Revenire				
	Temp. [°C]	Timp [min]	Mediu răcire	Duritate miez [HRC]	Temp. [°C]	Timp [min]	Mediu răcire	Duritate	
								Strat [HV]	Miez [HRC]
1.1203	830	60	apă	60,2	400	90	aer	552(~52,5HRC)	43,2

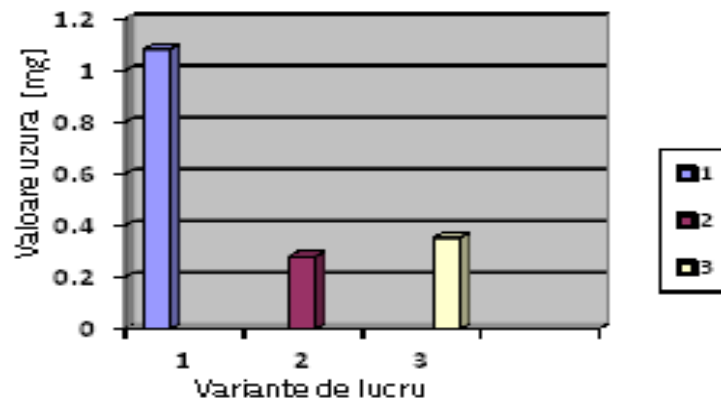
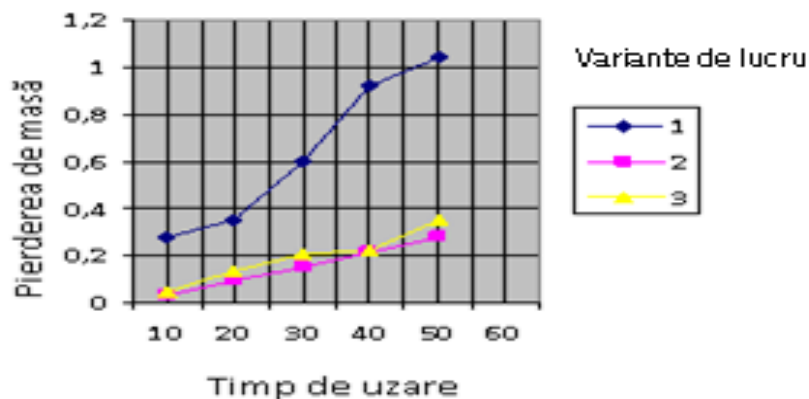


Fig. 1. Evoluția în funcție de timp a uzurii probelor testate

Concluzii -creșterea substanțială (400%) a rezistenței la uzare a straturilor depuse față de substrat – V2;

-V3: pentru asigurarea rezistenței la șocuri; dacă reperele sunt solicitate la uzare și dinamic este stratul de depunere trebuie să aibă durități moderate (40...50 HRC).



Efectul revenirilor multiple la oţelurile aliate de scule şi testarea rezistenţelor la uzare a acestora după diferite tratamente termice

Scopul: scurtarea timpilor de menţinere şi implicit a reducerii consumurilor de energie precum şi testarea rezistenţei la uzare

Se reduce durata totală de revenire, simultan cu finusarea fazelor secundare din structură cu efecte benefice asupra caracteristicilor mecanice.

Tabelul 7 Valorile proprietăţilor după tratamentul clasic (călire de la 1190°C/ ulei urmată de 3 reveniri joase la 560°C/ 1h/ aer)

Tip oţel	Duritate după călire [HRC]	Duritate finală [HRC]	Rezilienţă KCU [J/cm ²]	Austenită reziduală A _{rez} [%]
1.3343	60,5	64,2	4,35	5,3





Tabelul 8 Valorile proprietăţilor după reveniri multiple (călire de la 1190°C în ulei)

Număr de reveniri	1	2	3	4	5	6	7
Parametrii tratamentului	560°C /10'	560°C /10'	560°C /10'	560°C /10'	560°C /10'	560°C /10'	560°C /10'
Duritate [HRC]	61	63	64,5	65	65	64,5	64,5
Austenită reziduală Arez[%]	20,2	17,6	11,4	8,5	6,3	5,4	5,4
Rezilienţă KCU [J/cm ²]	-	-	-	-	-	-	4,82

- se constată o scădere de 10 - 12% a timpului de menţinere ceea ce implică un consum mai mic de energie şi manoperă;
- durata mai scurtă a unui ciclu asigură o separare mai uşoară şi mai mare a fazelor secundare; la fiecare ciclu se formează germeni noi care nu au suficient timp să crească;
- aceste caracteristici structurale conduc la creşterea uşoară a durităţii, simultan cu creşterea rezilientei.



Tabel 9 Tratamentul termic cu răcire intermediară sub zero grade

Tratament sub zero grade			Revenire		
Temp. [°C]	Durata [h]	Duritate [HRC]	Temp [°C]	Durata [h]	Duritate[HRC]
-40	1,2	65,3	560	1,2	64,8

Tabel 10 Mărimea uzării [g] probelor tratate termic

Timp uzare[min]	Călit în vid și 3 reveniri	Călit în vid, tratat sub 0°C și 1 revenire
10	0,0065	0,0077
20	0,0117	0,0148
30	0,0183	0,0209
40	0,0235	0,0261

Tabel 11 Măsurarea uzării [g] la rece și cald [la 10 min]

Tratamentul termic			
Călire în vid și 3 reveniri la 560° C		Călire, răcire sub zero grade	
la rece	la cald	la rece	la cald
0, 0065	0, 0049	0,0077	0,0058

Concluzii: - rezistența la uzare a crescut ușor cu numărul de reveniri;
- La cald s-a constatat o reducere a mărimii uzării după 10 minute de solicitare. 



Cercetări privind tratamentele termice ale aliajelor de aluminiu

Tratamente termice izoterme aplicate aliajelor de aluminiu de turnare

Scopul cercetărilor a fost testarea unei noi tehnologii de tratament termic prin care să se obțină pe lângă proprietăți similare celor obținute prin procedeele clasice și scurtarea duratei ciclului de tratament termic față de varianta clasică.

Aliaielor studiate AlSi5Cu1, AlSi5Cu2, AlSi5Cu3, AlSi5Cu4

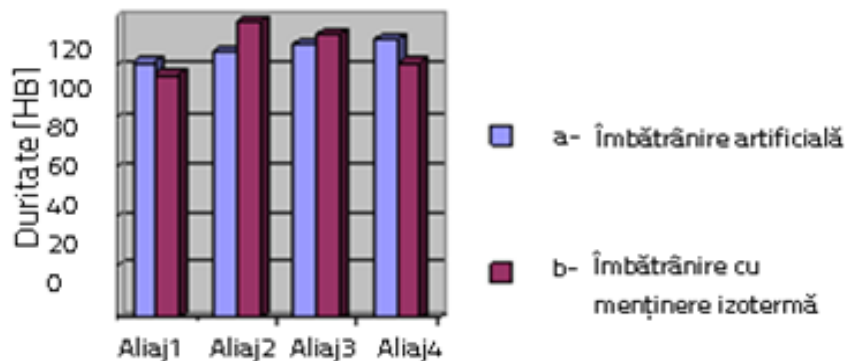


Fig.2 Durițările obținute după procedeul clasic (a) și cel propus (b) după o oră de menținere, pentru aliajele studiate

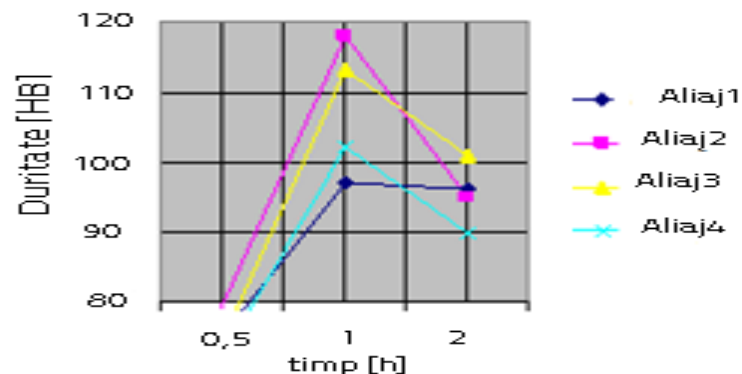


Fig.3 Evoluția durițării în funcție de durata de menținere izotermă pentru aliajele 1, 2, 3 și 4

Concluzii - tratamentul termic izoterm asigură scurtarea operație de t.t. cât și economii de energie;

- conduce la rezultate practice asemănătoare și uneori superioare;
- prelungirea duratei de menținere la temperatura trepte de 170°C peste o anumită valoare poate avea ca efect scăderea durițării și a rezistenței mecanice;
- creșterea conținutului de cupru în compoziția chimică a siluminului are la început aspect pozitiv, dar de la cca 3% rezultatele se înrăutătesc.



Studiul corelaţiei dintre parametrii de tratament termic şi calitatea produselor de gabarit mare

Scopul cercetărilor: punerea în evidenţă a factorilor care cauzează deformaţiile care apar după călire cu precădere la produsele de dimensiuni mari

Având în vedere conductibilitatea termică mare a aliajelor de aluminiu, cât şi rezistenţa mecanică mai mică a acestora efectul de răcire de capăt poate fi mai puternic în cazul produselor din aluminiu.

Dimensiunea grăunţilor este influenţată prin operaţiile anterioare aplicate materialului (deformări plastice şi recoaceri) respectiv printr-o eventuală creştere a grăunţilor din timpul operaţiei de încălzire pentru călire.





LOCATIE PRELEVARE PROBE

TENSIUNI INTERNE DUPE CALIRE - 6082

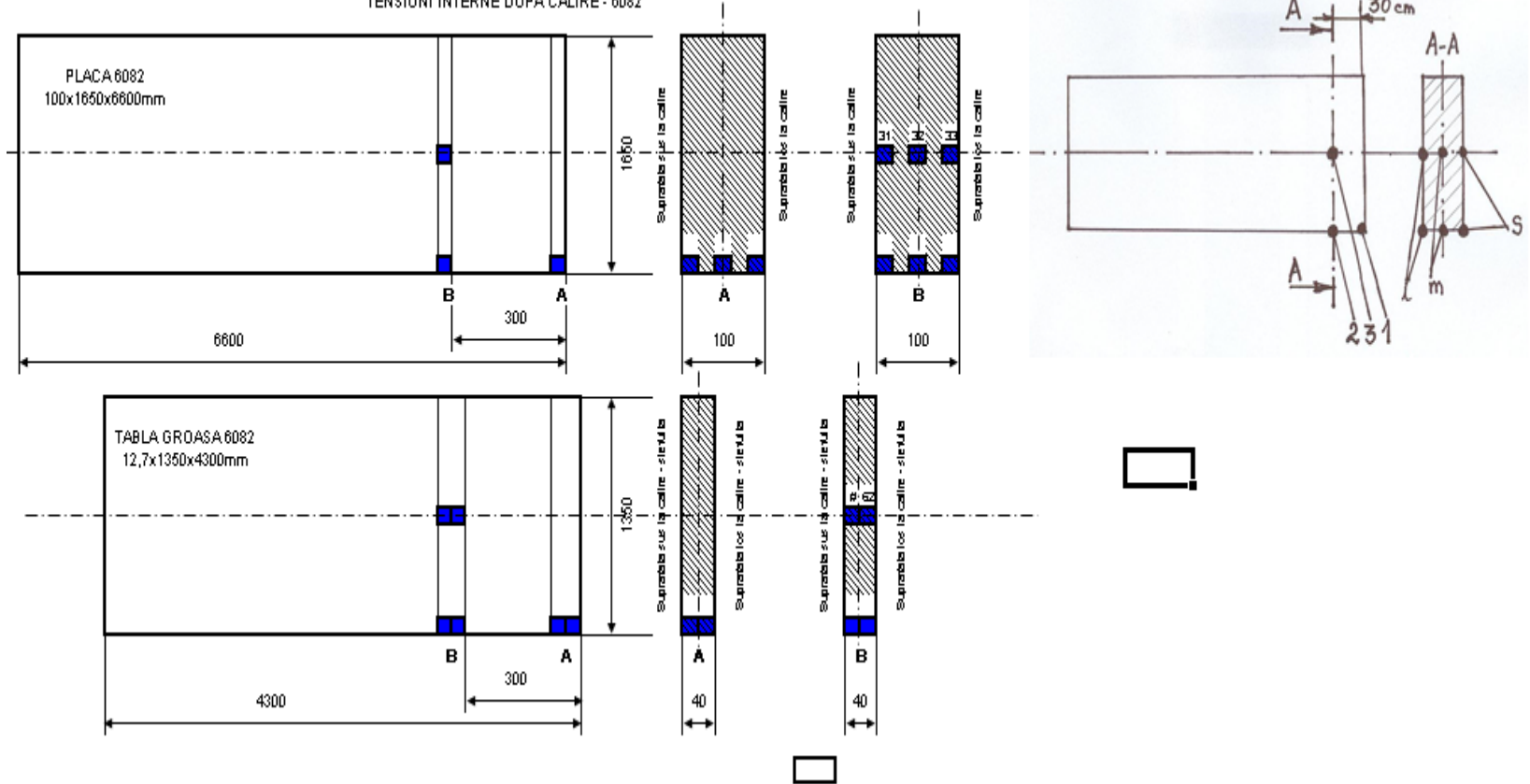


Fig.4. Modul de prelevare a probelor pentru analiza uniformităţii structurii

Zonele de prelevare a probelor s-au stabilit astfel încât să se poată evidenţia efectul vitezelor de răcire diferite în zone diferite din plăci. Astfel, în zonele marcate cu 1 și 2 se manifestă efectul de capăt la răcire, iar în zona 3 acesta nu mai este prezent.



Tabel 12 Dimensiunea grăunţilor în probele analizate

Proba	Marimea medie de graunte (μm)
Proba 11	505.94
Proba 21	556.18
Proba 23	412.04
Proba 31	543.39
Proba 32	352.71
Proba 33	169.32
Proba 51	362.51
Proba 52	434.57
Proba 61	421.15
Proba 62	348.26

Se observă că sunt diferenţe importante între probele prelevate din diferite zone ale aceleiaşi plăci.

Această situaţie este datorată operaţiilor anterioare răcirii de la călire, la care au fost supuse plăcile.

- În cazul plăcii mai groase se constată o situaţie a grăunţilor de dimensiuni mai mari la partea superioară a acesteia pentru toate zonele de prelevare a probelor.
- La placa de grosime mai mică se constată o situaţie a mărimii grăunţilor contrară în zonele în care se manifestă efectul de capăt la răcire faţă de cele în care nu e prezent acest efect.
- Aceste diferenţe de mărime de grăunte determină comportamentul materialului la răcirea din timpul călirii, în special în privinţa valorii coeficientului de contracţie.
- Devine posibilă astfel comportarea diferenţiată a materialului la răcire şi generarea din acest motiv a unor tensiuni interne cauzatoare de deformaţii.



Pentru încercările experimentale efectuate pentru punerea în evidență a comportamentului materialului din plăci la variația temperaturii s-a folosit analiza dilatometrică deoarece această metodă de investigare este foarte sensibilă la modificările structurale ce se produc în interiorul aliajului examinat, la nivelul celulelor elementare.

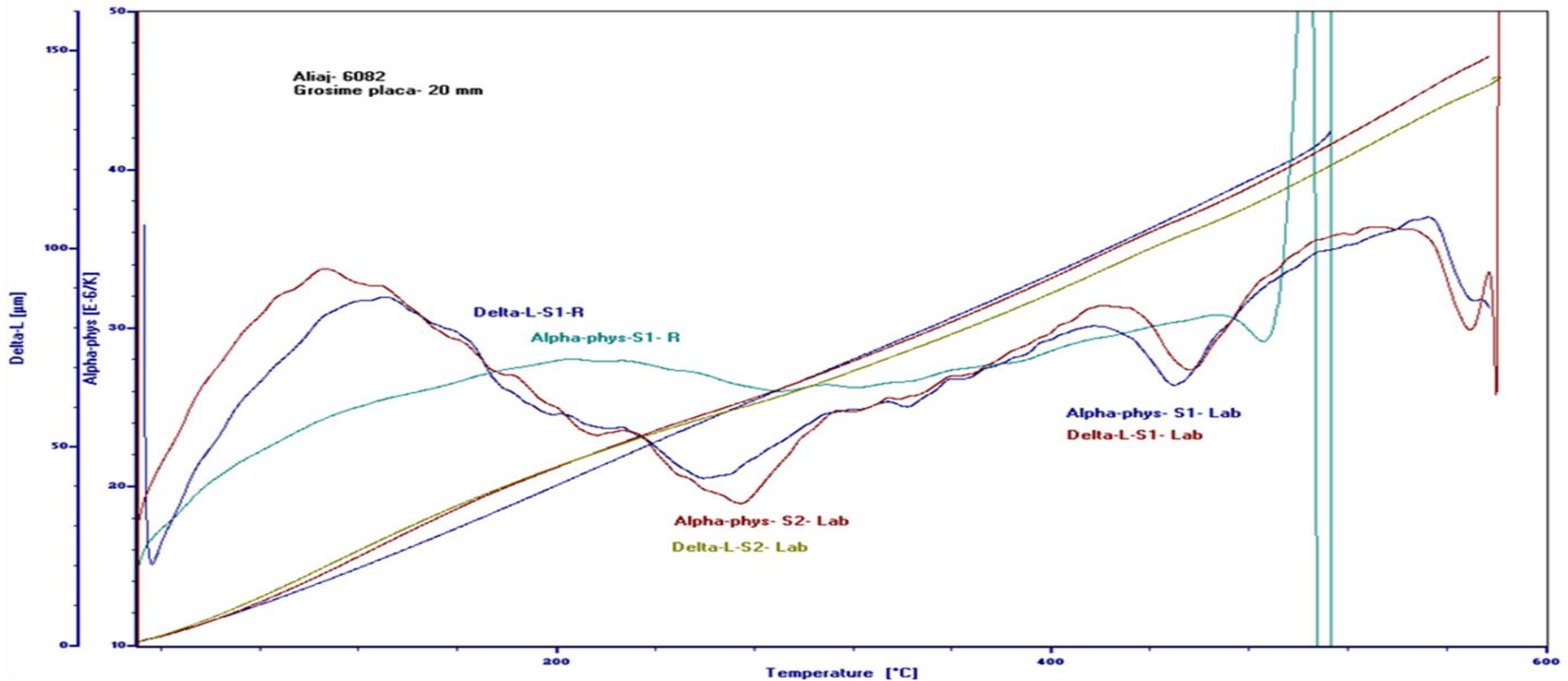


Fig.5. Curbele de dilatare și variația coeficientului fizic de dilatare pentru epruvetele prelevate din placa cu grosimea de 20 mm



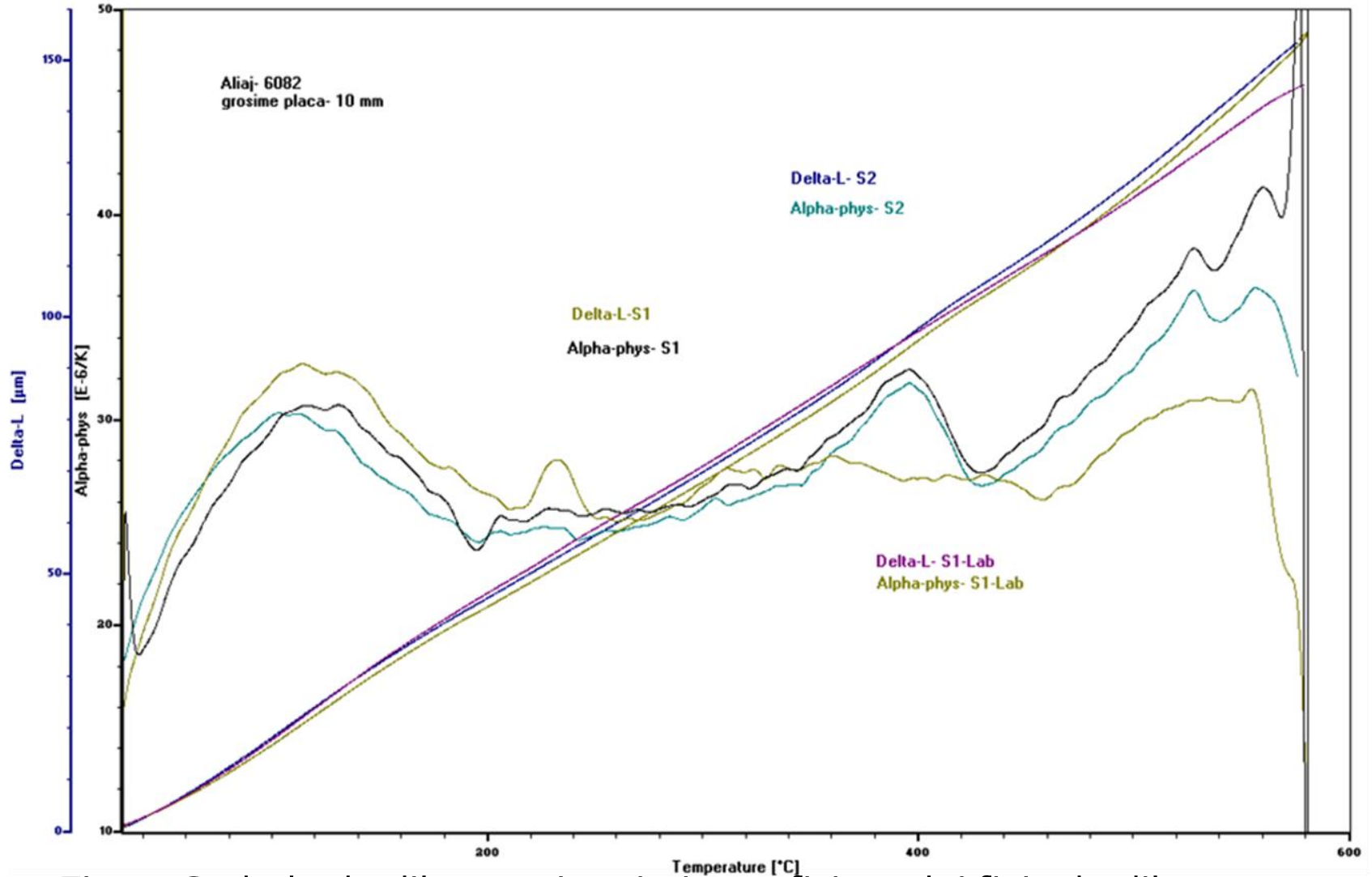


Fig. 6. Curbele de dilatare și variația coeficientului fizic de dilatare pentru epruvetele prelevate din placa cu grosimea de 10 mm

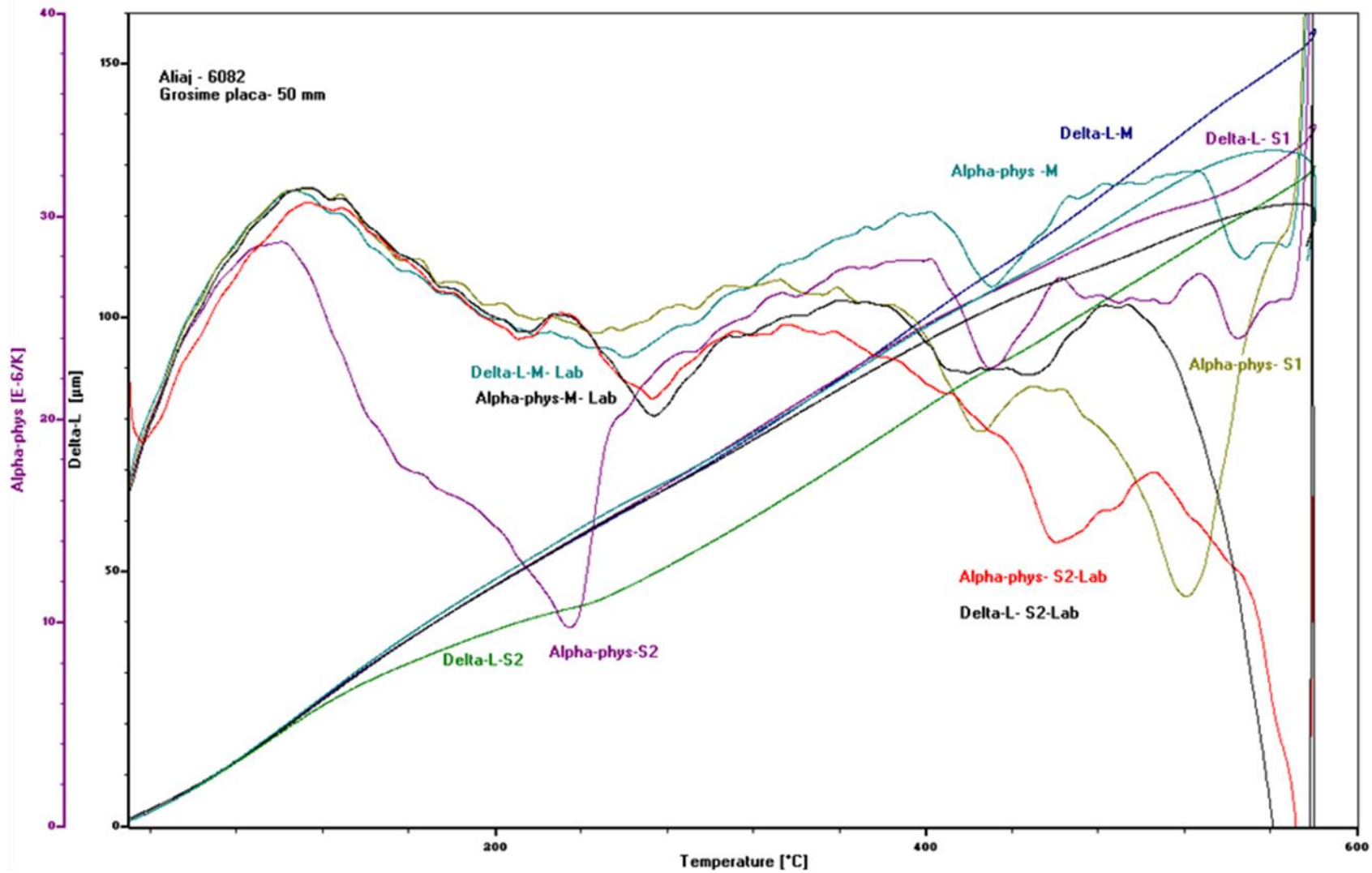


Fig.7. Curbele de dilatare și variația coeficientului fizic de dilatare pentru epruvetele prelevate din placa cu grosimea de 50 mm



Aspecte legate de variaţia dimensiunii plăcilor în procesul de călire

- Diferenţele dintre valorile coeficientului fizic de dilatare (contractie) pentru diferite zone ale plăcilor reprezintă una din cauzele principale pentru apariţia tensiunilor interne din plăci. La acestea se adaugă răcirea neuniformă a plăcilor din timpul călirii.
- Zonele marginale ale plăcilor aflate sub incidenţa “efectului de capăt” la răcire (pe o dimensiune liniară de aproximativ 3 ori mai mare decât grosimea plăcii), se răcesc mai repede decât restul plăcii. Există astfel mereu o întârziere a răcirii în zonele mediane ale plăcilor.
- Contractia iniţială a zonelor marginale generează o acţiune asupra zonelor mediane la momente de timp şi valori de temperatură la care rezistenţa la deformare a materialului din zonele mediane este scăzută (acestea au temperaturi mai ridicate).
- Variaţia rezistenţei la deformare a aliajelor de aluminiu cu temperatura este foarte însemnată în intervalul 200-450°C, adică exact un domeniu de temperaturi în care pot să apară răcirea diferenţiată a zonelor marginale faţă de cele mediane.





Tabel 13 Rezultate privind diferenţele de dimensiuni pentru plăci după călire

Dimens. Nominale (mm)			Dimensiuni măsurate înainte de călire (mm)						Diferenţe dimensiuni după călire (mm)					
Gros	Lăţime	Lung.	Lăţime			Lungime			Laţime			Lungime		
			faţă	mijloc	spate	stânga	mijloc	dreapta	faţă	mijloc	spate	stanga	mijloc	dreapta
30	1630	9800	1636	1633	1634	9812	9808	9809	2	4	5	4	10	6
60	1340	5400	1345	1343	1345	5411	5408	5410	2	4	-1	1	4	3
30	1340	4800	1344	1345	1343	4807	4808	4809	1	5	3	4	6	3
80	1640	6600	1644	1643	1644	6610	6608	6609	0	0	1	0	0	0
80	1440	3900	1444	1443	1444	3907	3908	3910	0	0	0	1	0	0
50	1420	3720	1424	1423	1424	3727	3728	3729	-1	5	-1	3	7	4
40	1640	10800	1644	1646	1644	10810	10808	10809	2	3	0	5	9	6
40	1450	8400	1454	1453	1454	8407	8408	8409	0	5	3	3	7	4
100	1630	6600	1634	1633	1634	6612	6610	6611	-1	1	0	0	0	0
100	1130	4700	1134	1133	1134	4707	4711	4709	0	2	1	0	0	0
50	1640	9800	1644	1643	1644	9807	9808	9809	2	6	5	4	12	3
20	1440	8400	1443	1443	1445	8410	8408	8409	0	2	3	4	8	6
20	1640	6600	1644	1643	1644	6607	6608	6610	2	5	3	1	5	4
15	1640	6600	1644	1643	1644	6607	6610	6609	1	3	2	2	6	4
15	1340	5600	1344	1343	1344	5607	5606	5609	1	2	1	3	6	4
60	1640	4700	1644	1643	1644	4712	4708	4709	2	5	3	4	6	6
70	1640	6600	1644	1644	1644	6607	6608	6609	2	5	3	3	9	4
70	1340	5600	1344	1343	1344	5611	5608	5610	0	0	5	0	7	4



Concluzii

- - în marea lor majoritate dimensiunile plăcilor cresc;
- - dimensiunile mediane (pe axele de mijloc ale plăcilor), atât pe lăţime cât şi pe lungimea plăcilor, cresc mai mult decât cele marginale;
- - variaţia dimensiunilor pe lăţimea plăcilor este mai mare în general pentru partea din spate a acestora (ultima care intră în zona de răcire), comparativ cu partea din faţă (prima care intră în zona de răcire);
- - creşterea lungimii plăcilor la o aceeaşi grosime a lor nu modifică esenţial variaţia dimensiunilor după căire.
- - creşterea grosimii plăcilor influenţează vizibil orientarea variaţiilor dimensionale.
- - faptul că la plăcile cu grosime de 50 mm variaţiile dimensionale sunt maximale se asociază cu diferenţele maximale ale coeficienţilor fizici de dilatare (contractie) puşi în evidenţă de analiza dilatometrică.



Cercetări privind posibilitatea controlării vitezei de răcire a plăcilor

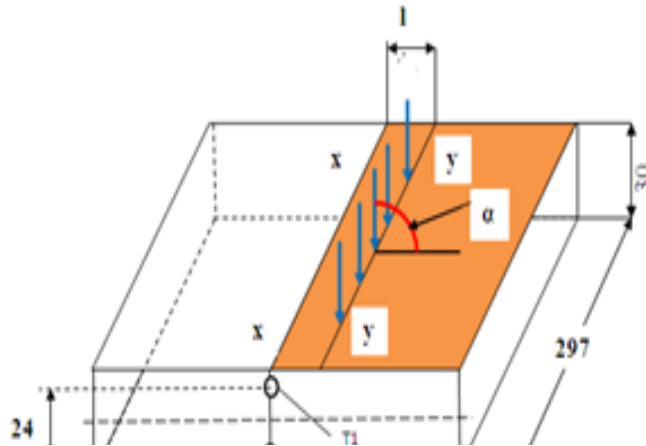


Fig.8. Montaj pentru înregistrarea curbelor de răcire cu două termocuple

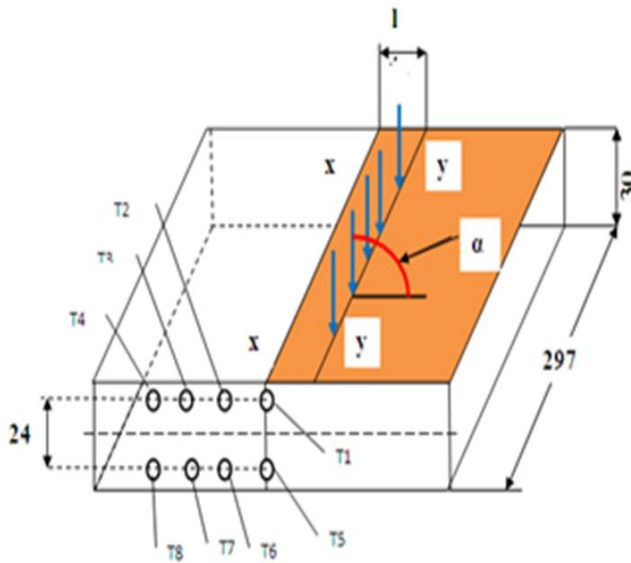


Fig.9. Schema montajului pentru înregistrarea curbelor de răcire cu opt termocuple

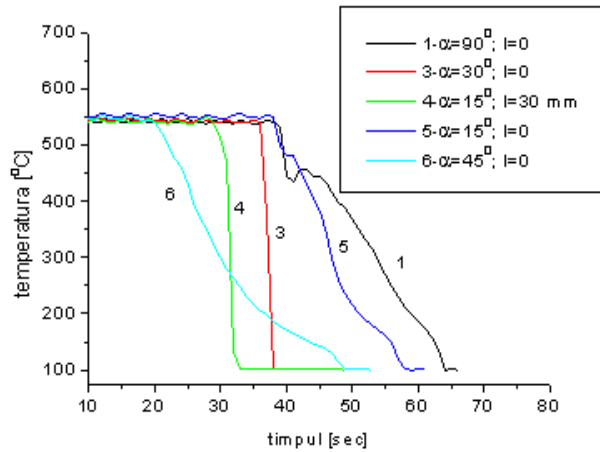


Fig.10. Curbe de răcire înregistrate cu termocuplul T1

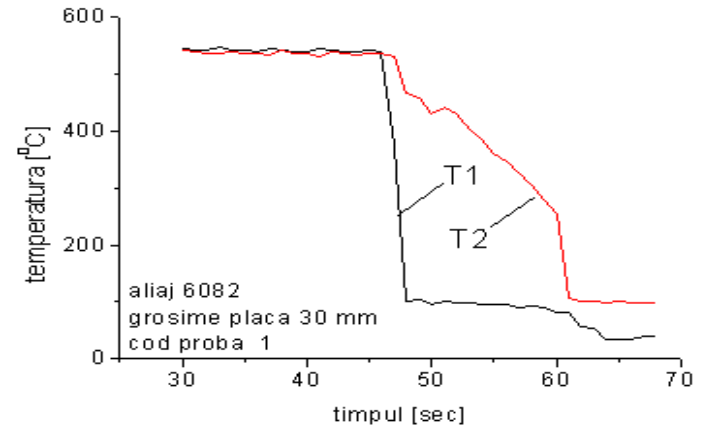


Fig.11. Curbele de răcire înregistrate cu termocuplele T1 și T2 la proba 3

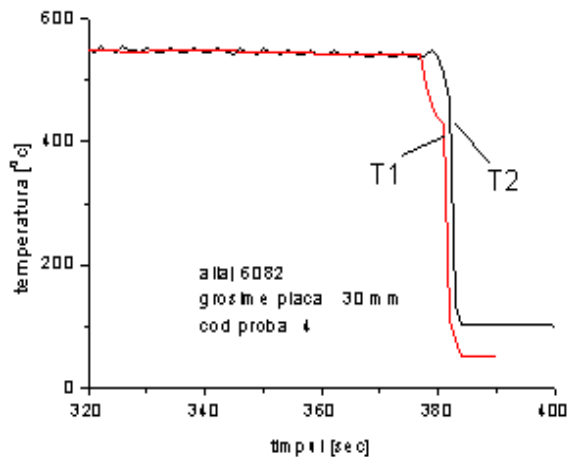


Fig.12. Curbele de răcire înregistrate cu termocuplele T1 și T2 la proba 4

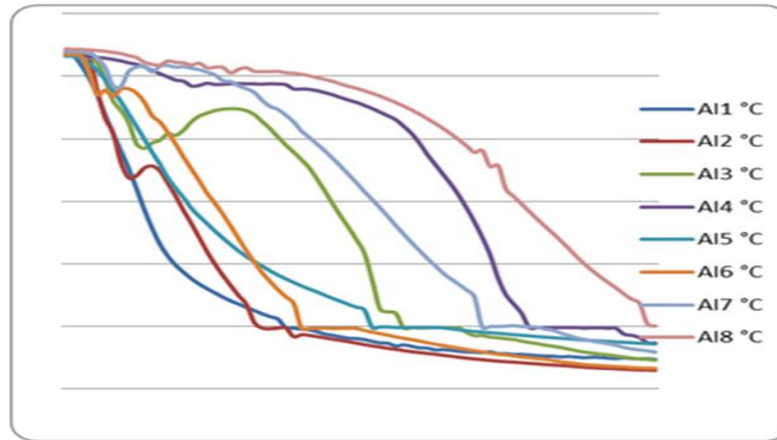


Fig.13. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 1

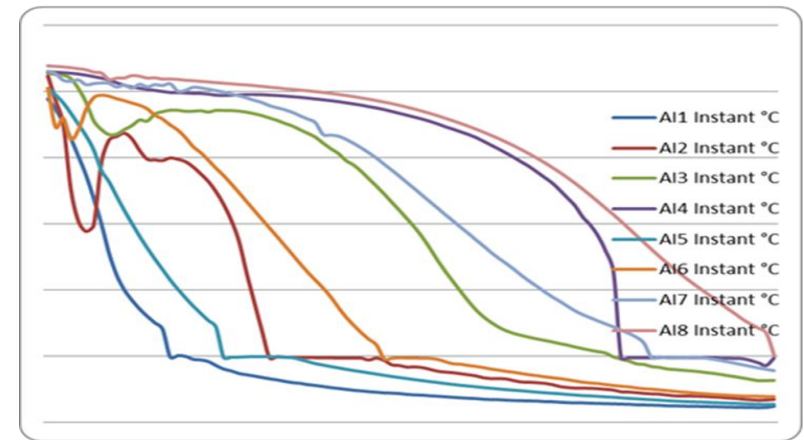


Fig.14. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 2

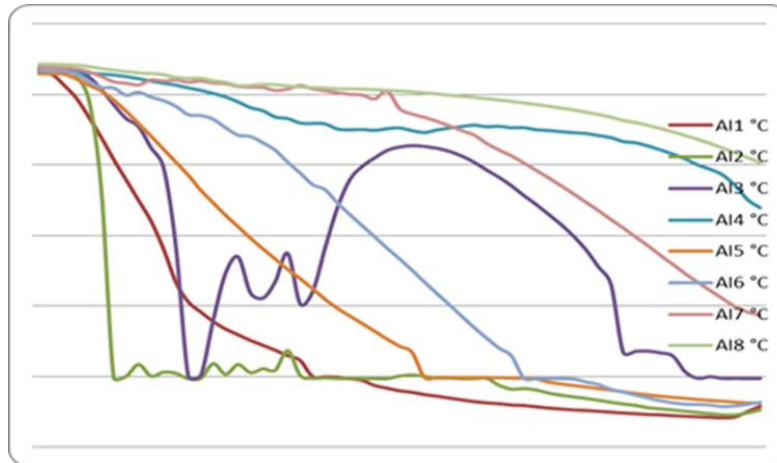


Fig.15. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 3

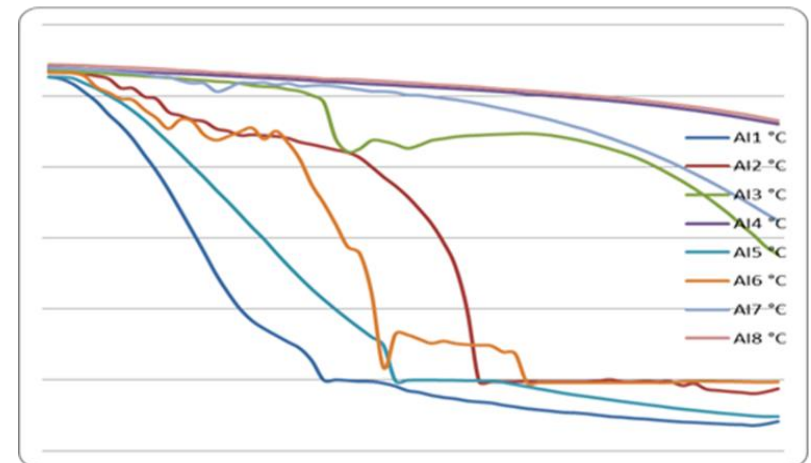


Fig.16. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 4

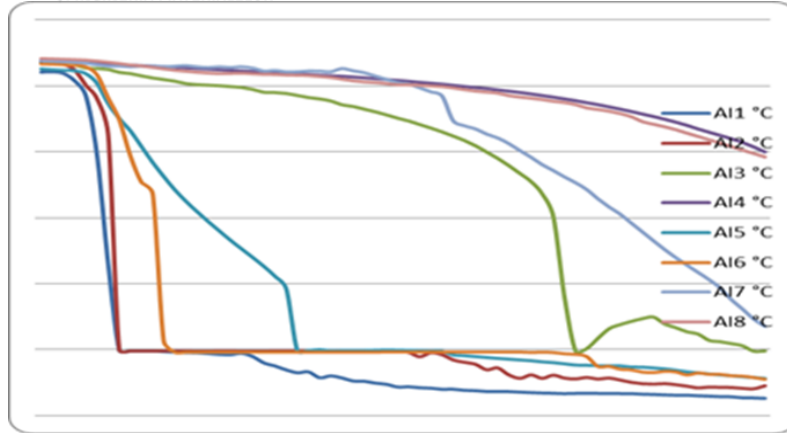


Fig.17. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 5

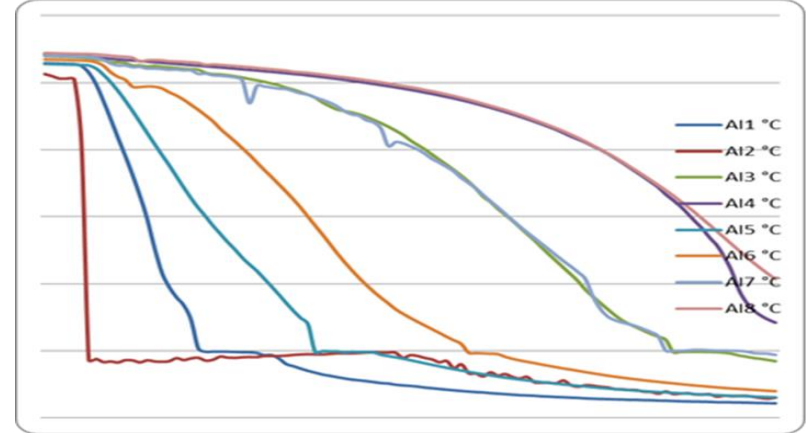


Fig.18. Curbele de variație a temperaturilor la răcire pentru proba 6

Concluzii

- la răcirea cu jet de apă pe suprafața superioară a plăcii este favorizată apariția unei pelicule de vapori ce reduce viteza de răcire locală. Așa se explică spre exemplu poziționarea curbelor, în cazul probei 6 din care se observă că la o anumită distanță de punctul de incidență a jetului de apă proiectat vertical pe suprafața plăcii viteza de răcire e mai mare decât în punctul de incidență. Pentru termocuplul montat în poziția 2 : AI2 viteza de răcire este mai mare decât pentru termocuplul montat în poziția 1 : AI1.
- unghiul de incidență a jetului are un rol foarte important asupra vitezei de răcire
- conductibilitatea termică relativ ridicată a aliajului nu asigură totuși un transfer termic suficient pentru uniformizarea vitezelor de răcire în material.



Studiu prin modelare pentru determinarea coeficientului de schimb de caldură între jetul de apă şi placă

Pentru simulare s-a utilizat un soft specializat în analiza transferului de caldură, conceput şi realizat la Universitatea Transilvania din Braşov. Geometria plăcii utilizată la simulare a fost exact cea a plăcii utilizată în cercetările experimentale.

Prin simulare s-au trasat mai multe curbe de răcire în punctul de montare a termocuplului 1, utilizând valori diferite pentru coeficientul de schimb de căldura dintre apă şi placă (coeficient global).

Timp	Simulare alfa-30000 °C	Simulare alfa-10000 °C	Simulare alfa-5000 °C	Măsurat P1 -<15grd °C	Măsurat P1 -<0grd °C
1	540	540	540	484.9	525
2	278	400	459	395.1	515
3	216	345	420	230.8	497.5
4	183	310	393	99	472.7
5	159	283	371	97.9	445.5
6	139	260	352	97.8	417.6
7	123	240	334	97.9	390.5
8	109	221	317	96.9	362
9	97	204	302	96.1	331.1
10	86	188	287	95.5	296.4
11	77	174	273	95	263.3
12	69	161	259	93.9	216.8
13	62	149	247	92.6	195.2
14	57	138	235	92.2	179.8
15	51	128	224	94.2	167.8
16	47	119	213	89.3	145.8
17	43	111	203	79.7	103.1
18	40	103	193	75	98.5
19	37	96	184	69.1	98.8
20	35	90	175	57.3	98.7

Tabel 14 Valori calculate şi măsurate ale temperaturilor în punctul 1 din placă



Din compararea valorilor calculate și măsurate ale temperaturilor în punctul 1 din placă se poate constata :

- valoarea coeficientului de schimb depinde de temperatura suprafeței plăcii;
- valoarea coeficientului de schimb depinde de unghiul de incidență a jeturilor;
- pentru unghiul de 15° valoarea medie a coeficientului de schimb e apropiată de $30000 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$, în timp ce pentru unghiurile de 0° dar și pentru cele de 30° și 45° valoarea medie a coeficientului de schimb e mai apropiată de $5000 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$

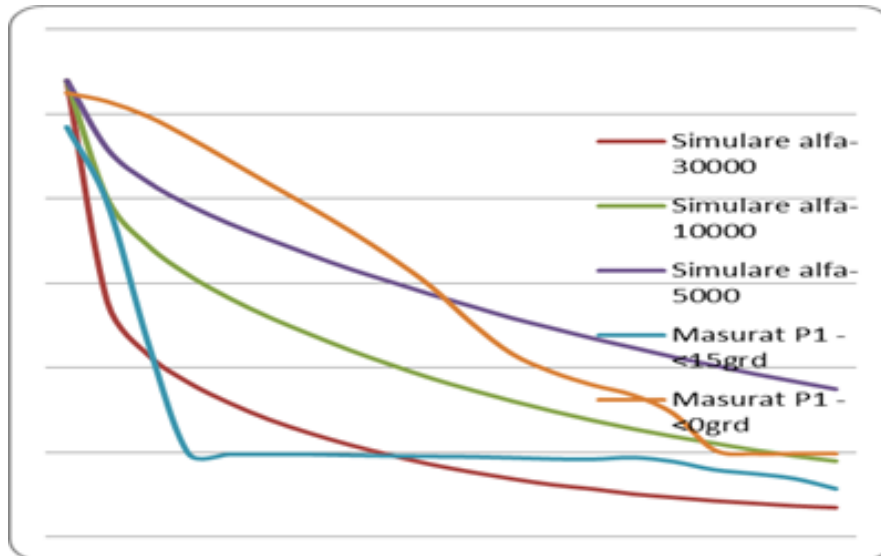


Fig.19. Aspectul unor curbe de răcire calculate alături de unele experimentale în punctul 1 din placă



Concluzii

- structura plăcilor călite prezintă neuniformităţi importante atât în privinţa conţinutului în diferiţi constituenţi (Mg_2Al) cât şi referitor la dimensiunea grăunţilor.
- diferenţele structurale se asociază cu importante diferenţe ale unor proprietăţi fizice ale plăcilor cum ar fi coeficientul fizic de dilatare α_f (contractie);
- produsul de tip placă, chiar în cazul unor structuri omogene, prezintă viteze de răcire diferite în condiţiile de lucru industriale.
- variaţia dimensională a plăcilor în urma călirii, determinată pe zone distincte (marginale, mediane), scoate în evidenţă mecanismul de apariţie a tensiunilor termice;
- lungimea plăcilor nu influenţează evident valoarea tensiunilor,
- cercetările de laborator privind călirea plăcilor au scos în evidenţă importanţa unghiului de incidenţă a jetului de apă de răcire asupra vitezei de răcire a plăcilor;
- în condiţiile de lucru industriale există diferenţe clare între vitezele de răcire ale plăcilor de pe cele două feţe: cea ce contribuie la generarea tensiunilor şi deformaţiilor în plăci;
- studiile prin modelare realizate au pus în evidenţa diferenţele mari ce pot să apară între diferite condiţii de răcire.



Cercetări privind tratamentul termic al pieselor din titan și din aliaje de titan

Cercetări privind influența temperaturii de călire asupra proprietăților aliajelor de titan

Scopul cercetărilor: posibilități de modificare a unor caracteristici mecanice prin tratamente termice

Tabel 15 Tratamente termice și proprietăți

Material	Călire				Revenire				
	Temp [°C]	Mediu răcire	Durit. [HRC]	Reziliența KCU [J/cm ²]	Temp [°C]	Durata [min]	Mediu răcire	Durit. [HRC]	Reziliența KCU [J/cm ²]
Ti6Al4V	1020	N ₂ ventilat	53,46	37,17	-	-	-	-	-
					500	30	N ₂	58,13	46,33
					500	60	N ₂	54,99	48,12
					850	60	N ₂	52,43	49,25
	950	apă	54,90	32,41	-	-	-	-	-
	850	apă	56,56	36,58	-	-	-	-	-
					500	30	aer	53,80	44,25
					500	60	aer	54,63	40,42
					500	120	aer	56,00	41,66
	Stare de livrare			42,56	55,30	-	-	-	-

- Concluzii** - aliajul Ti6Al4V este sensibil la modificarea parametrilor de tratament;
- transformările structurale și ale caracteristicilor mecanice au loc la îmbătrânirea artificială;
 - tratamentele termice aplicate aliajelor $\alpha+\beta$ au ca scop principal obținerea de reziliențe cât mai mari raportate la celelalte caracteristici mecanice.



Tratamente termice destinate măririi rezistenţei la uzare

Scopul cercetărilor: determinarea variaţiei rezistenţei la uzură în funcţie de tratamentul aplicat

Tabel 16 Tratamente efectuate şi rezultate obţinute

Nr.crt.	Tip aliaj	Tratament aplicat	Parametrii tehnologici			Duritate [HRC]	Rezilienţă KCU [J/m ²]
			Temp. [°C]	Timp [min]	Mediu de răcire		
1	Ti6Al4V	Stare de livrare	-	-	-	42,56	55,30
2		Călire în cuptor cu atmosferă controlată	850	60	apă	53,46	36,58
3		Călire în vid	1020	90	Azot ventilat	56,56	37,17
4		Calire şi revenire	500	60	aer	54,63	40,42
5		Călire în vid şi revenire	500	30	aer	58,13	46,33
6		Călire, revenire şi nitrurare	520	240	aer	844,56 (VH0,3)	-
7		Călire, revenire şi nitrurare	540	240	aer	881,06 (HV0,3)	-



Tabel 17 Rata de uzură

Nr. crt.	Tip aliaj	Tratament aplicat	Structura metalografică	Rata de uzură [$10^{-6}\text{cm}^3/\text{N.m}$]
1	Ti6Al4V	Stare de livrare	$\alpha+\beta$	0,934
2		Călire în cuptor cu atmosferă controlată	$\alpha+\alpha'+\beta$	0,561
3		Călire în vid	$\alpha''+\beta_x+\omega$	0,729
4		Calire şi revenire	$\alpha+\text{Ti}_m\text{X}_n+\beta$	0,472
5		Călire în vid şi revenire	$\alpha+\beta_x+\omega$	0,314
6		Călire, revenire şi nitrurare	azot	0,522
7		Călire, revenire şi nitrurare	azot	0,336

Concluzii

- O creştere a durităţii şi scăderea ratei de uzură pot fi obţinute prin călire şi prin nitrurare.
- S-a dovedit că există o corelaţie semnificativă între structură, proprietăţile mecanice şi rezistenţa la uzură.
- S-a demonstrat că există avantaje ale tratamentului termic în vid, în special după recoacere, faţă de cel în aer sau atmosferă controlată.
- Nitrurarea s-a dovedit a fi mai eficientă la 540°C , când stratul nitrurat a fost mai dur iar pierderea prin uzare mai mică.



Studii aplicative asupra aliajelor de titan tratate termic și utilizate în tehnica dentară

Scopul cercetărilor: determinarea unor posibile cauze care duc la ruperea implanturilor dentare

Ruperea unui implant poate surveni în următoarele cazuri:

- *fie în urma solicitărilor la care sunt supuse implanturile în urma procesului de masticăție (atunci problemele apărute țin de materialul din care este făcut implantul sau de tehnologia de fabricație);*
- fie în urma unei manipulări sau aplicării unei tehnici greșite de implantare (ruperea este cauzată de chirurg și nu ține de material în sine).

Tipurile de determinări efectuate sunt:

- analiza suprafeței de rupere și
- compoziția chimică în suprafața de rupere

Implanturile rupte analizate provin de la diverși producători [49]. Spre exemplificare sunt prezentate doar două cazuri în care ruperea s-a produs din cauza unei tehnologii de tratament, de obținere deficitare.



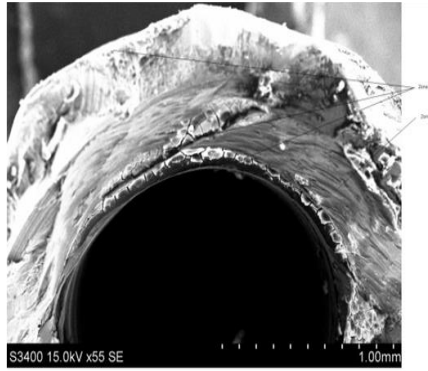


Fig.20 Analize SEM
-implant 1 zona 1

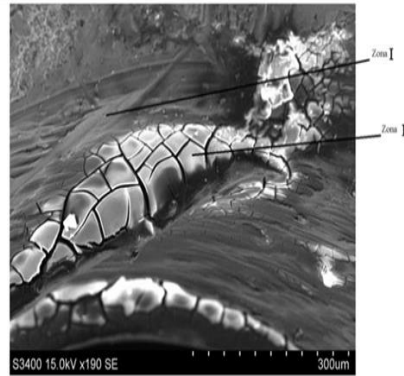


Fig.21 Analize SEM -
implant1 pe zona 2

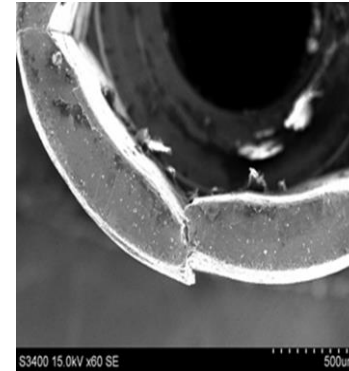


Fig.22 Structuri SEM
- implant 2 zona 1

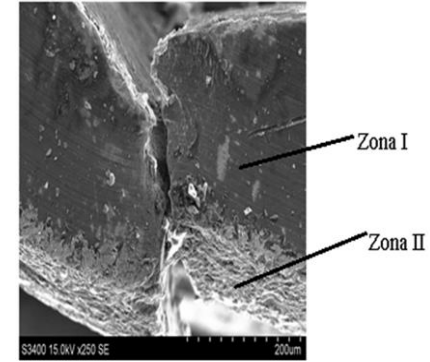


Fig.23 Structuri SEM-
implant 2 zona 2

Concluzii – 1-se observă pe lângă neuniformitățile structurale și existența unor zone cu defecte (fisuri) intracristaline care pot fi *amorse pentru inițierea și dezvoltarea ruperii ductile*. Aceste defecte provenite în mod sigur din procesul de obținere a implanturilor reduc în mare măsură proprietățile lor mecanice făcându-le practic inutilizabile. În acest caz *aspectul suprafeței de rupere este majoritar ductil (zona I), cu foarte mici zone de rupere fragilă (zona II)*.

Se observă două tipuri distincte ale suprafeței de rupere:

- zone de tip I, în care suprafața de rupere are un aspect neted de alunecare, specific ruperilor la oboseală;
- zone de tip II în care suprafața de rupere are aspectul cristalin specific ruperii fragile intracristaline.

Concluzii - Prezența unor fisuri în colțurile hexagonului de la colțul implantului indică faptul că acestea s-au produs fie în procesul tehnologic de realizare a implantului fie, în etapele de inserare



Concluzii generale

- Capitolul 1 al lucrării a avut ca obiectiv studierea posibilităților de îmbunătățire a calității pieselor prin aplicarea de tratamente termice obișnuite (clasice - călire , revenire , îmbătrânire) dar și a unor variante de lucru inovative ale acestora (tratamente termomecanice, tratamente cu trepte izoterme, tratamente multiple, etc)
- Cercetările efectuate au urmărit ca prin aplicarea tratamentelor termice studiate să se obțină o îmbunătățire a rezultatelor în sensul creșterii proprietăților mecanice, a duratei de viață a produselor, dar și în sensul creșterii eficienței economice (reducere de costuri, de manoperă și a duratei de fabricație).





Contracte:

- Contract cu terti 7191/ 2010-2011 - Studii și cercetări privind îmbunătățirea calității produselor SC XXX SA și instruirea personalului operator - valoare 97105 RON - director

- Contract "Metodă inovativă pentru funcționalizarea suprafețelor implanturilor dentare cu scopul îmbunătățirii osteointegrării" cod MySMIS 104809, contract, ANCSI 73/8.09.2016 - membru

– Diseminarea rezultatelor

66. Stoicanescu M. -Tratamente termice aplicate aliajelor metalice, Ed. Universității Transilvania din Braşov,

33. Stoicănescu M, Giacomelli I. - Tratamente termice neconventionale - Ghid practic

22.Cazacu M., Zara A, Stoicănescu., M., Giacomelli I. - Wear resistance of heat treatable steels, surface hardened with concentrated energy sources, Journal Of Optoelectronics And Advanced Materials

23. Torodoc N., Stoicanescu M., Giacomelli I.- The cyclical annealing applied to high-speed steels, Metalurgia International

42. Stoicanescu M. - Studies concerning the possibility of hardening through thermic isothermal treatment of the casting alloys of aluminum





44. Smeadă M., Stoicănescu M., Radomir I., Geamăn L. - Artificial ageing of aluminum alloys. Statistical studies of results, Procedia - Social and behavioral sciences
45. Pitulice C., Giacomelli I., Stoicanescu M. - The influence of heat and surface treatment on the wear resistance of titanium alloys, International Conference of scientific paper, AFASES
49. Stoicanescu M., Buzamet E., Budei D. V., Craciun V., Budei R., Cosnita M., Crisan A. - Possible causes in breaking of dental implants research, Materials science forum
51. Stoicanescu M., Smeada M. - Studies regarding mechanical properties improvement of aluminum alloy type $AlSi5Cu_x$ and results validation by calculating precision indicators, Procedia technology





TRATAMENTE TERMICE NECONVENŢIONALE APLICATE ALIAJELOR METALICE

Activitatea de cercetare a abordat trei direcţii de lucru orientate spre studiul a trei variante de tratamente termice așa zise neconvenţionale:

- tratamentul termic al pieselor metalice în cuptoare solare (prin utilizarea energiei solare ca sursă de energie);
- tratamentul termic al pieselor metalice în câmp magnetic;
- tratamentul termic al pieselor metalice în câmp vibrator.

Scopul cercetărilor: căutarea și punerea la punct a noi tehnologii de fabricație prin utilizare pe scară tot mai largă a resurselor de energie naturală, precum și cerințele de ecologizare a procedeeleor de fabricație din industriei și eficiența economică.





Utilizarea energiei solare la tratamentele termice ale oţelurilor de construcţie

Scopul cercetărilor: realizare a unor tehnologii curate care generează mai puţine deşeuri, au consumuri de materiale şi energetice minime, cu un impact cât mai redus asupra mediului şi care prezintă riscuri ecologice reduse.

Acest concept acoperă mai multe aspecte atât ale activităţilor economice propriu-zise, cât şi ale domeniului protecţiei mediului.

Material: oţel 1.1730

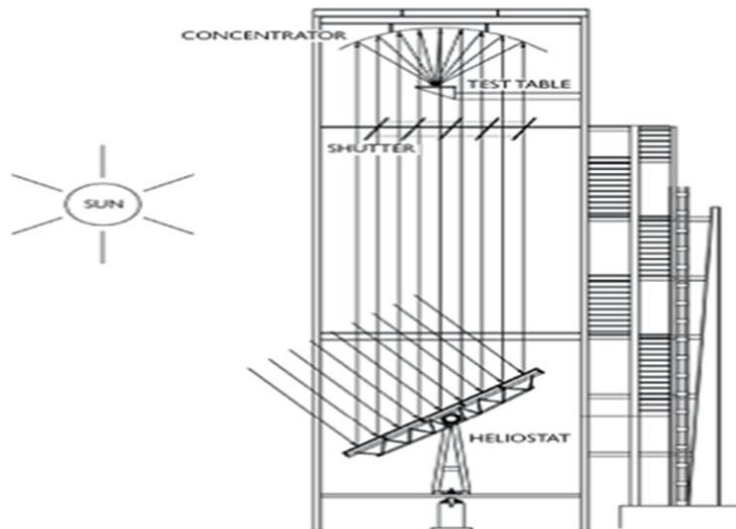


Fig.24. Funcţionarea schematică a cuptorului solar VSF5 (Plataforma Solar de Almería - CIEMAT, Spania)



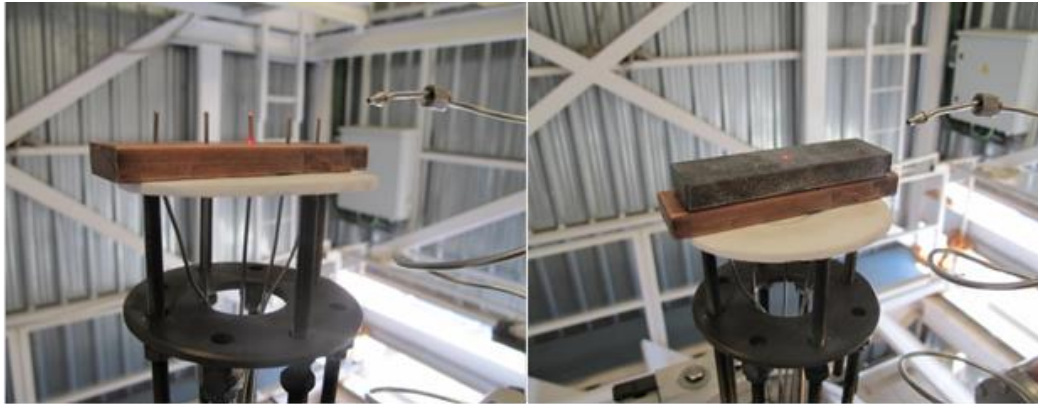


Fig.25. Experimentul 1



Fig.26. Montajul experimental pentru varianta 2

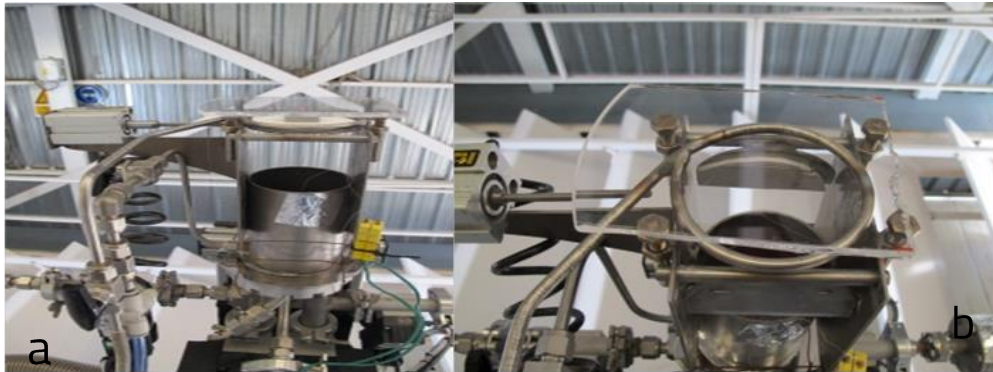


Fig.27. Instalație adaptată pentru experimentul 4: a) montajul probei la încălzire; b) proba plonjată în bazinul de răcire cu apă barbotată cu Ar

Experimentul 3 s-a desfășurat în condiții similare din punct de vedere al încălzirii cu experimentul 2. Răcirea probelor încălzite s-a efectuat în acest caz prin pulverizarea unui amestec de Ar și apă direct pe acestea.

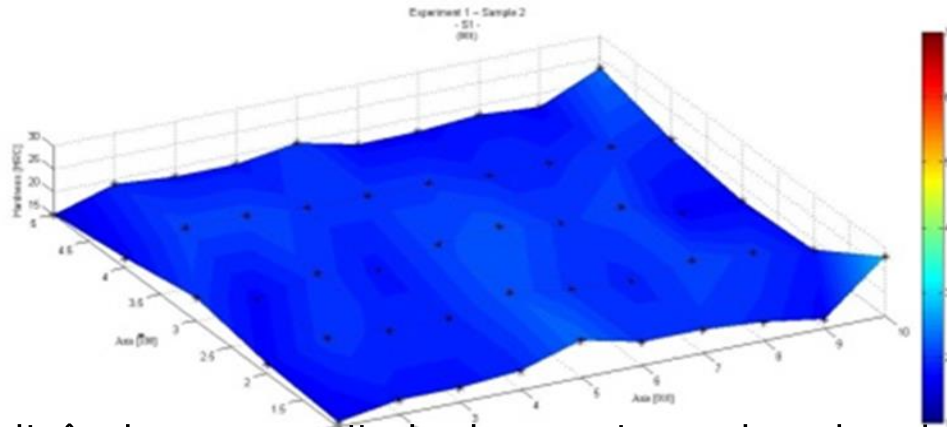


Fig.28. Distribuția durităților în suprafața încălzită a probei 2. Spotul luminos s-a deplasat pe axa [010], în zona mediană a suprafeței

Analizând parametrii de lucru și rezultatele obținute putem spune ca acest tratament a fost de recoacere de omogenizare

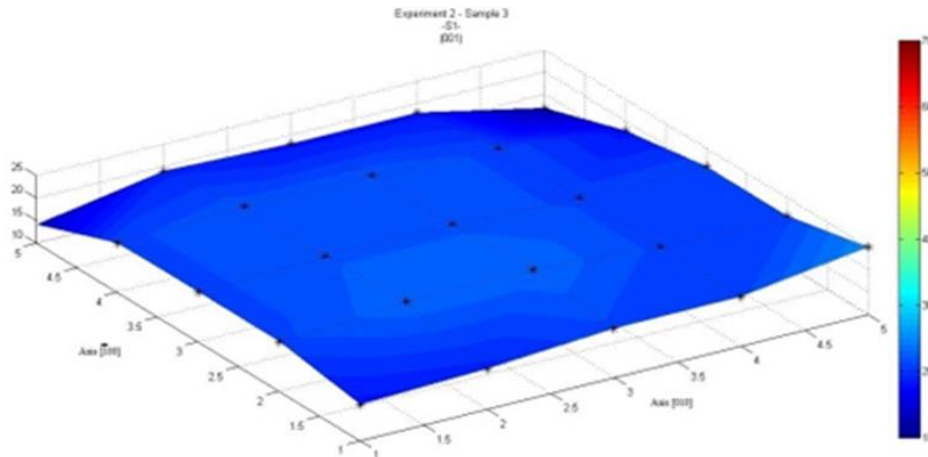


Fig.29. Distribuția durităților în suprafața încălzită a probei 3. Spotul luminos s-a menținut fix în zona centrală a suprafeței probei

La probele 3 și 4, încălzite prin menținerea spotului în poziția centrală, se poate presupune că zonele marginale ale probelor nu s-au încălzit suficient (în domeniul austenitic) pentru a fi supuse unui proces de tratament termic corect.



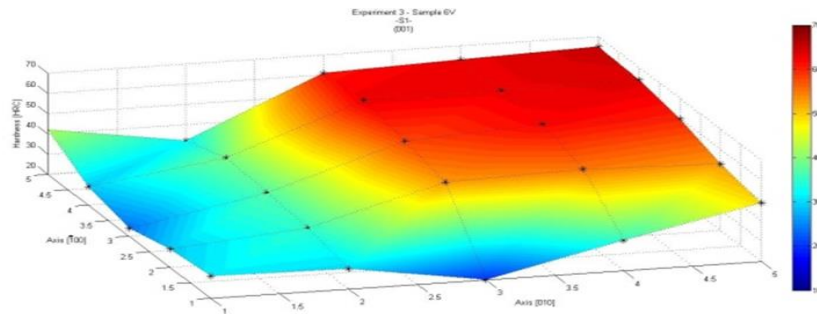


Fig.30. Distribuția durităților în suprafața încălzită a probei 6. Spotul luminos s-a menținut fix în zona centrală a suprafeței probei

Procedura utilizată în cazul experimentului 3 a determinat variații foarte mari ale vitezelor de răcire a materialului probelor în diferite zone ale acestora, datorită modului efectiv de impact dintre amestecul de Ar și apă pulverizat și probe. Aceasta a dus la variații în limite foarte largi ale regimului de tratament și în consecință a durităților obținute.

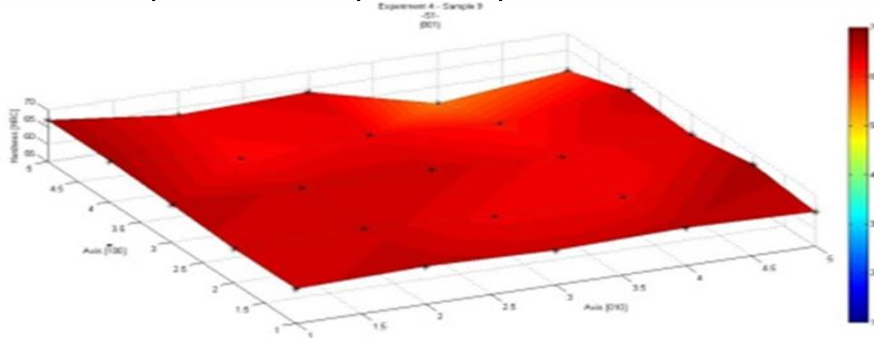


Fig.31. Distribuția durităților în suprafața încălzită a probei 9. Spotul luminos s-a menținut fix în zona centrală a suprafeței probei

Viteze suficient de mari pentru călire s-au realizat în experimentul 4. La proba 9 încălzită doar în zona centrală, fără deplasarea spotului, prin plonjarea ei în apă agitata cu Ar s-au obținut durități tipice de călire în aproape tot volumul ei.

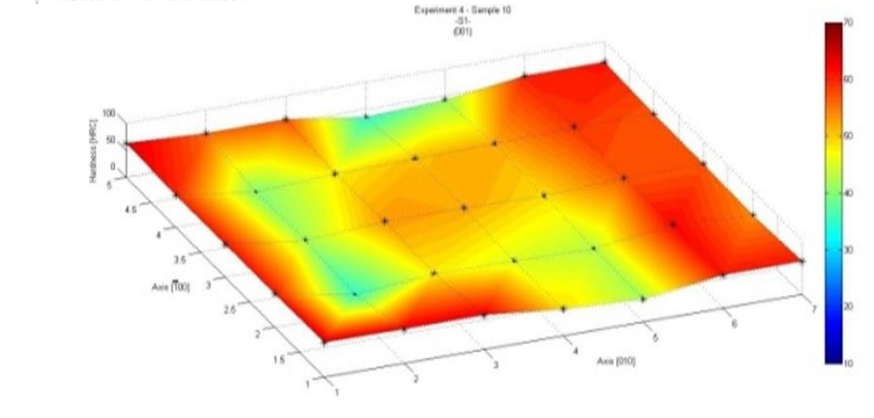


Fig.32. Distribuția durițăilor în suprafața încălzită a probei 10. Spotul luminos s-a deplasat pe axa [010], în zona mediană a suprafeței

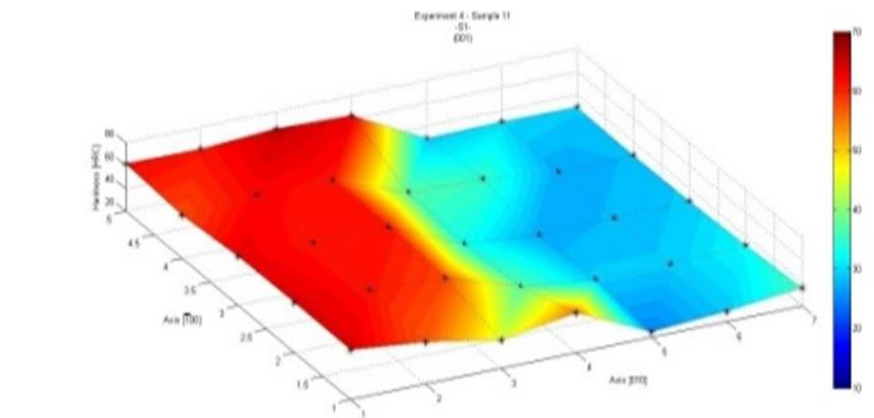


Fig.33. Distribuția durițăilor în suprafața încălzită a probei 11. Spotul luminos s-a deplasat pe axa [010], în zona mediană a suprafeței

În cazul probei 11 încălzirea s-a efectuat astfel încât pe lungimea probei să se obțină o trecere de la structuri călite la structuri necălite.



Concluzii

- Experimentele realizate dovedesc posibilitatea utilizării energiei solare, în varianta încălzirii directe cu spot luminos, pentru efectuarea de tratamente termice diverse.
- Prin controlul parametrilor proceselor de încălzire și răcire a probelor se pot realiza condițiile specifice unor game largi de tratamente.
- La viteze de răcire corespunzătoare tratamentului de călire duritatea realizată în probe a ajuns la valori mai ridicate decât cele tipice pentru acest oțel. Se poate presupune însă că se datorează unei stări de tensiuni interne ridicate în zonele tratate, ca urmare a vitezelor ridicate de încălzire-răcire, care măresc duritatea structurilor tipice de călire. Un rol însemnat l-ar putea avea și creșterea densității de dislocații.
- Cercetările efectuate confirmă faptul ca tehnologiile curate utilizând energia solară concentrată pot fi folosite cu succes la tratamentele termice superficiale ale pieselor de dimensiuni mici.





Simularea tratamentului termic utilizând energia solară

Scopul cercetărilor: reglarea puterii de încălzire a cuptorului, prin reglarea clapetelor care obturează fluxul dirijat de heliostat spre concentrator și corelat cu aceasta în stabilirea timpului de încălzire necesar

Parametrii de lucru al instalațiilor solare trebuie corelați cu tipul procesului tehnologic și cu tipodimensiunile piesei procesate.

Aceasta corelare se poate realiza în două moduri:

- prin cercetare experimentală; se modifică progresiv parametrii de lucru ai cuptorului solar și se analizează efectele procesării;
- prin simulare pe calculator a încălzirii piesei supuse studiului în cuptorul solar; se modifică progresiv condițiile simulării, alegând în final varianta de lucru care induce în piesă câmpul de temperatură necesar procesării termice dorite.

Metoda experimentală are următoarele **dezavantaje**:

- este necesar un număr mare de experimente;
- dificultăți de măsurare punctuală a unor parametrii de lucru;
- număr mare de prelucrări pentru pregătirea probelor (epruvete, probe metalografice, etc.);
- număr mare de încercări pentru determinarea structurii și proprietăților;
- timp mare de lucru, consum mare de manoperă și energie; costuri ridicate.





Metoda simulării are în schimb mai multe avantaje:

- se pot modifica uşor valorile tuturor parametrilor de lucru ai instalaţiei;
- se pot obţine informaţii privind parametrii tehnologici ai procesării pentru ori ce punct din piesă;
- nu sunt necesare instalaţii şi dispozitive de lucru;
- nu sunt necesare prelucrări de epruvete şi încercări;
- timp de lucru redus.

Metoda simulării necesită la rândul ei încercări experimentale pentru validarea rezultatelor şi verificarea reproductibilităţii rezultatelor, însă numărul acestora şi respectiv cheltuielile de timp, manoperă şi materiale sunt considerabil reduse dacă softurile realizează simulări corecte.

Având în vedere aceste avantaje se impune ca pentru prestabilirea orientativă a condiţiilor de lucru în vederea experimentelor sau pentru proiectarea tehnologiilor de lucru condiţiilor de lucru în cazul unor lansării în fabricaţie a unor produse industriale se impune utilizarea metodei simulării pe calculator a proceselor.

Pentru realizarea de softuri destinate simulării proceselor industriale este necesară - realizarea unor modele matematice adaptate care să reproducă cât mai precis fenomenele fizice şi chimice specifice procesării;

Din păcate de multe ori în practică, pentru simularea de procese termice se utilizează softuri generale realizate în condiţiile unor ipoteze simplificatoare cu grad mare de aproximaţie care nu țin cont de specificul materialelor, de specificul transformărilor de structură interioară, de specificul variaţiei caracteristicilor termofizice ale materialelor cu temperatura, etc..

Schema care a stat la baza modelului matematic

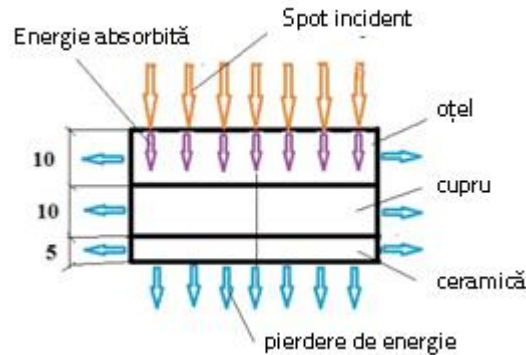


Fig.34. Schema modelului matematic pentru simulare

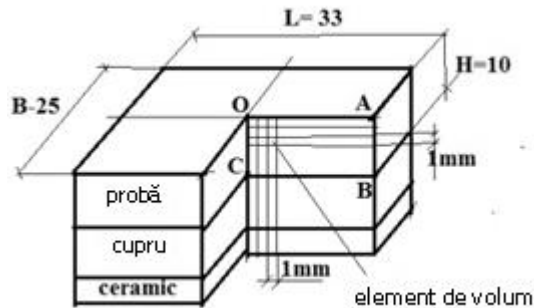


Fig.35. Schema divizării sistemului probă - suport în vederea simulării încălzirii

Prin simulare s-a determinat evoluția temperaturii în toate elementele de volum discretizate din sistemul probă - suport (harta temperaturilor la diverse momente, viteza locală de încălzire, repartiția temperaturii pe diverse direcții la orice moment).

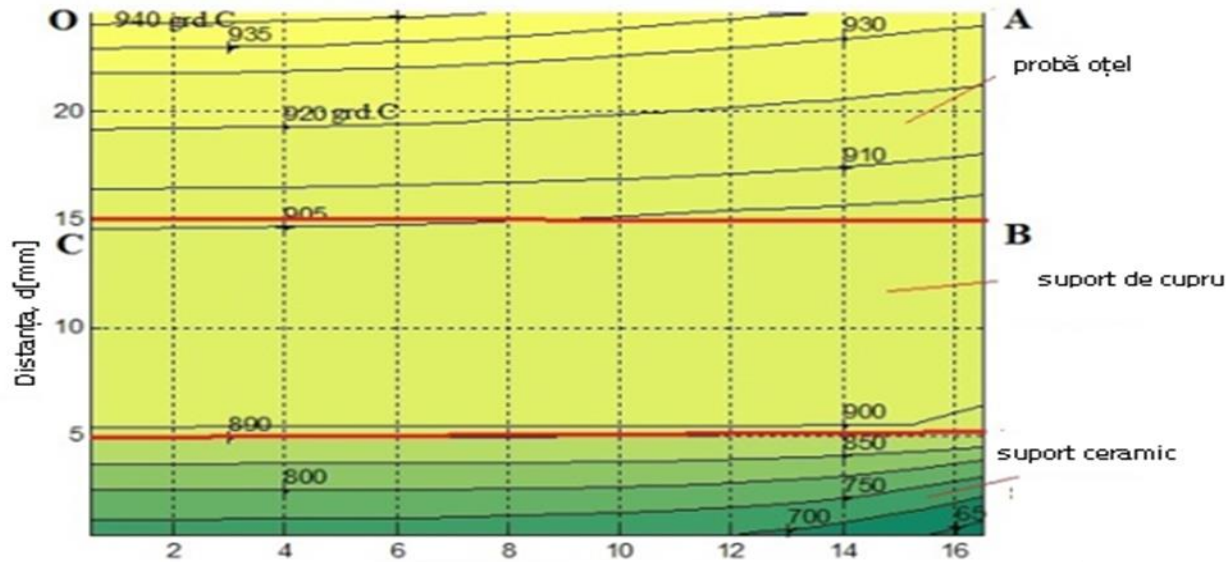


Fig.36. Harta temperaturii (izoterme) prin simulare, în °C în secţiunea OABC - prin ansamblul piesa - suport la timpul $t=23.3\text{min}$

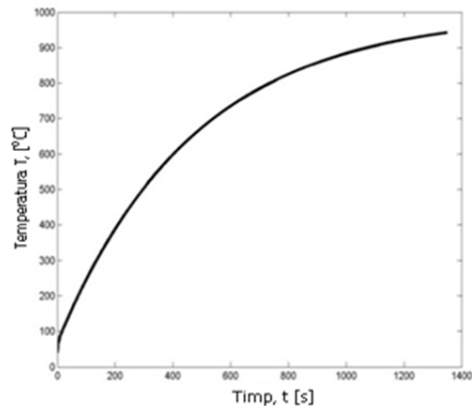


Fig.37. Încălzirea elementului situat în centrul stratului superficial (cu grosime 1mm) al probei (în punctul O)

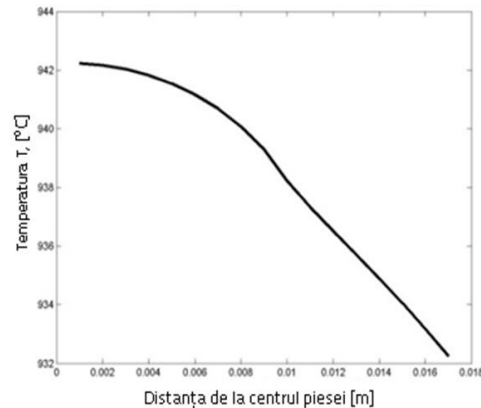


Fig.38. Temperatura în stratul superficial (cu grosime 1mm) al probei, pe linia OA la timpul $t=23.3\text{min}$

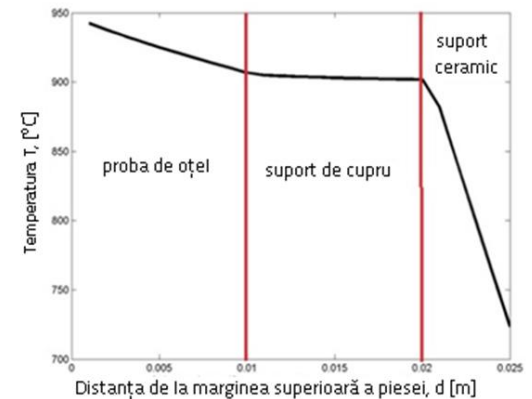


Fig.39. Temperatura pe axa verticală a ansamblului piesă -suport, pe linia OC la timpul $t=23.3\text{min}$



Verificarea experimentală a softului

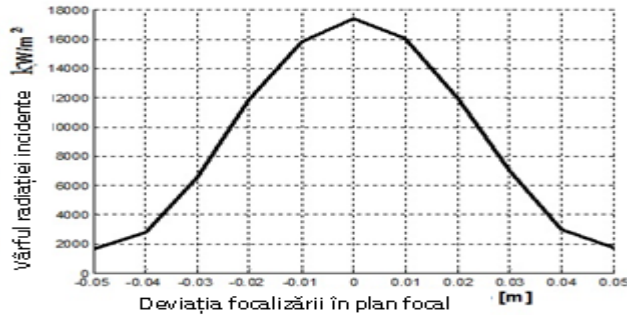
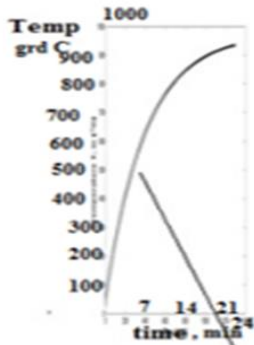


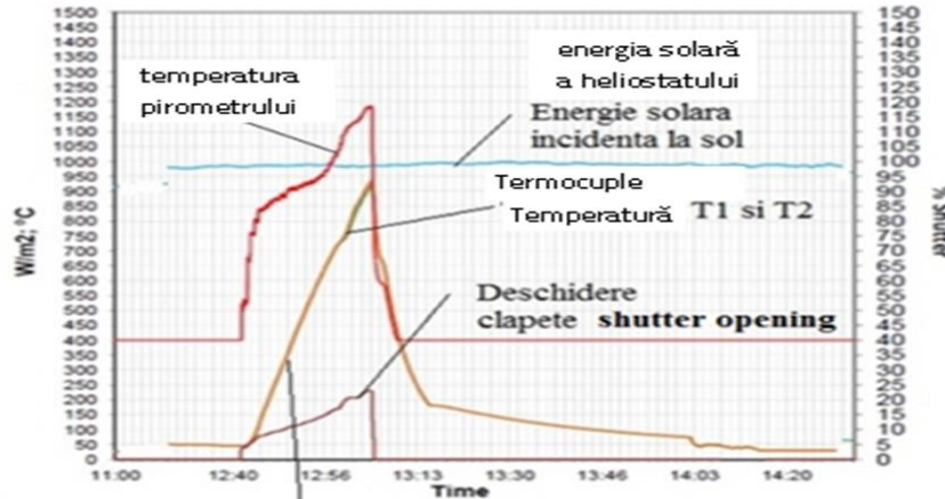
Fig.40. Vârful de radiație incidentă teoretică pe plan focal (pentru concentratorul parabolic la distanță focală $f = 1.025m$)

simularea
experimentului
comparație



curba de încălzire
T1, T2

b- simulare



curba de încălzire T1, T2

a -experiment

Fig.41. Comparație simulare – experiment privind încălzirea probei metalice. a. - rezultate experimentale; b. - curba de încălzire simulată (pentru punctele T1 și T2 - vârful termocupurilor) ■



Concluzii

- Regimul de lucru aplicat în cadrul experimentului este recomandat pentru un tratament termic în volum (călire volumică) a piesei.
- Regimul de încălzire aplicat în acest experiment nu este recomandat pentru un tratament de călire superficială.
- Este necesară o continuare a cercetărilor pentru validarea prin mai multe experimente a softului destinat încălzirii pieselor metalice în cuptoare solare.
- Sunt necesare în continuare studii prin simulare pentru a stabili concret condițiile de reglare și funcționare a cuptoarelor solare particularizate pentru alte tipuri de tratament termic (călire superficială, acoperiri cu straturi subțiri, etc.) și pentru piese cu geometrie și dimensiuni diferite.





Tratamente termice aplicate aliajelor de aluminiu în câmp electromagnetic

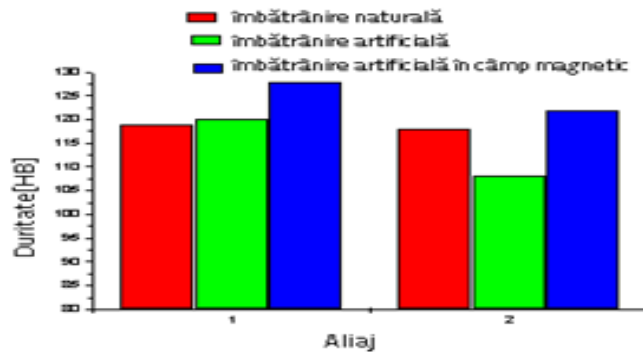
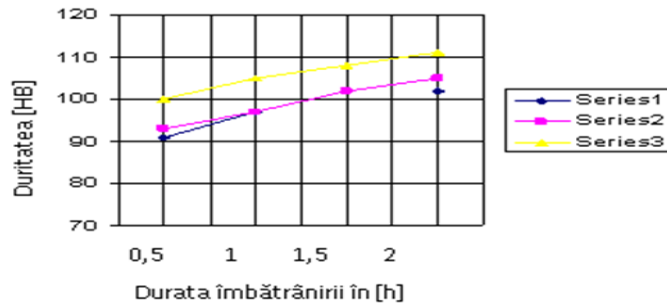
Scopul cercetărilor: îmbunătăţirea proprietăţilor, cât şi scurtarea ciclurilor termice.

Tratamente termice aplicate aliajelor de aluminiu de turnare şi plasticizabile în câmp electromagnetic

Materiale – ATSi5Cu1, AlCu4Mg1,5Mn (notat cu 1) şi AlCuMgMn (notat cu 2)

Tabel 18 Duritate HB după diferite procedee de tratament termic

Tip aliajului	Duritatea HB					
	După turnare	După călire	După îmbătrânire artificială la 170°C			
			Durata de menţinere[h]	Procedeu clasic	În câmp continuu	În câmp alternativ
ATSi5Cu 1	75...78	70...72	0,5	91	93	100
			1	97	97	105
			1,5	-	102	108
			2	102	105	111



Concluzii-rezultatele obținute în urma aplicării câmpului magnetic alternativ sunt superioare celor obținute în urma tratamentelor clasice.



Cercetări privind stimularea proceselor de transformare la tratamentele termice ale aliajelor de aluminiu prin aplicarea unui câmp vibrator

Scop - creşterea eficienţei tratamentului termic datorită deformaţiilor elastice ale celulei de bază.

Material - aliajul ATSi5Cux [51], şi aliajul AlCu4Mg1,5M

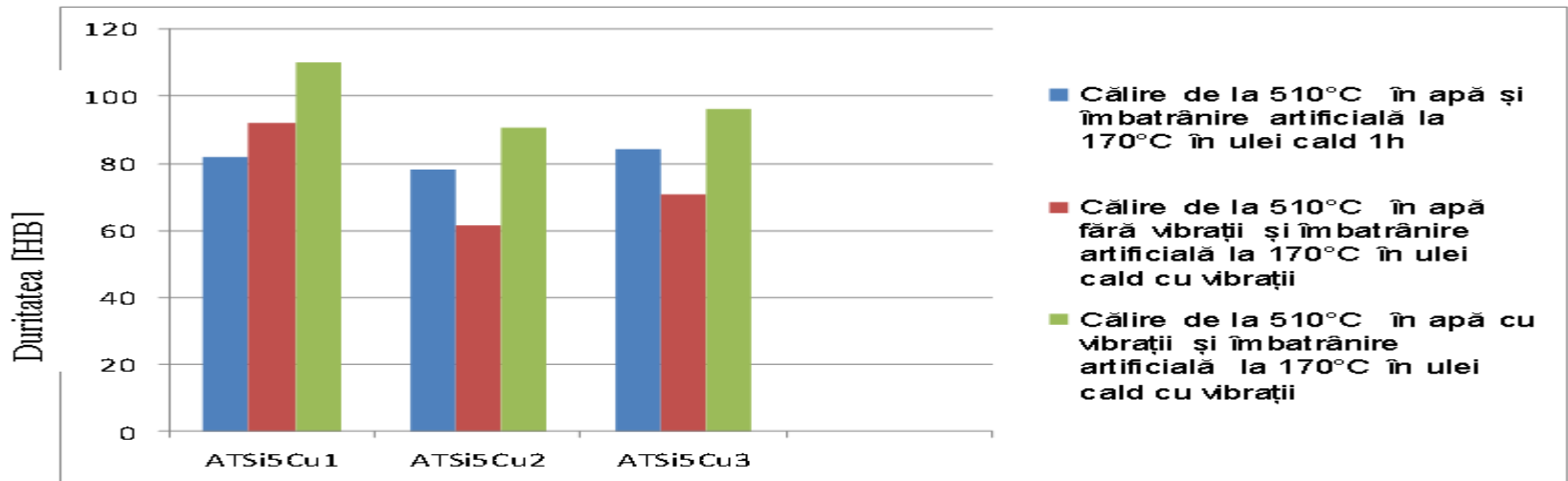


Fig.44. Variația durității pe grupe de aliaje si tratament

Tabel 19 Proprietăți mecanice rezultate în urma aplicării tratamentului termic

Nr.	Aliaj	Duritatea HB după călire și îmbătrânire în câmp vibrator					
		Călire în apă de la 510°C + îmbătrânire la 170°C, 1h; 50 Hz			Călire în apă de la 510°C + îmbătrânire la 170°C, 1h; 200 Hz		
1	AlCu ₄ Mg _{1,5} Mn	129			115		
		σ_t [N/m ²]	δ [%]	ψ [%]	σ_t [N/m ²]	δ [%]	ψ [%]
	AlCu ₄ Mg _{1,5} Mn	$5 \cdot 10^8$	18,2	19	$4,67 \cdot 10^8$	18,4	21,2

Se desprind următoarele rezultate privind efectul vibrațiilor asupra proprietăților în cazurile studiate:

- suprapunerea vibrațiilor mecanice asupra energiei termice în procesul de îmbătrânire artificială are efecte benefice asupra procesului de durificare;
- utilizarea frecvenței de 50 Hz conduce la rezultate superioare frecvenței de 200 Hz.



Concluzii

- *Tehnologiile studiate şi-au dovedit utilitatea prin efectele favorabile ale aplicării de câmpuri energetice electromagnetice şi vibratoare precum şi a energiei solare.*
- *Energia solară s-a utilizat pentru operaţii de călire .*
- *Câmpul exterior vibrator precum şi câmpul electromagnetic de mare intensitate, static şi alternativ, şi-au dovedit influenţa pozitivă în cazul procesului de îmbătrânire.*
- *Cazurile cercetate au condus la rezultatele superioare în raport cu procedeele clasice atât din punct de vedere al proprietăţilor mecanice dar şi datorită eficienţei economice.*





Grant:

FP7- INFRA-312643 Cod: P1404300065. Using the solar energy at heat treatments at surfaces of the metal alloys". Acronym: USEHT-SMA, Facilities: PSA_SF-5, Spania, finantator: **Uniunea Europeană, CIEMAT-PSA, Spania – director, 13734,9 Euro**

FP7-INFRA- 312643 cod P1602050206: Research on using solar energy to heat treatment of steels surface, Acronym RUSE - HT, ,Facilities: PSA, Spania, finantator: **Uniunea Europeană, CIEMAT-PSA, Spania - director, 12363,1 Euro**

Diseminarea rezultatelor

48. Stoicanescu M. , Smeada M. - Stationary magnetic field influence on mechanical properties of aluminum alloys. Experimental results, Metalurgia International,

50. Stoicănescu M., Smeadă M., V. Geamăn , Radomir I.- The influence of work parameters about the heat treatment applied to AlCu4Mg1,5Mn - aluminum alloy, Procedia - Social and behavioral sciences;

51. Stoicanescu M., Smeada M. -Studies regarding mechanical properties improvement of aluminum alloy type AlSi5Cu_x and results validation by calculating precision indicators, Procedia technology,;

64. Stoicanescu M., Crisan A., Milosan I., Pop M. A., Garcia J. R., Giacomelli I., Ciobanul. - Applied concentrated solar energy to heat treatment of steel 1.1730, Lucrare în evaluare;

65. Stoicănescu M., Ciobanu I., Garcia J. R., Cañadas Martinez I., Crişan A., Pop M. A., Milosan I., Munteanu S. I. - Computer simulation of concentrated solar energy heating of metallic parts, Lucrare în evaluare;



TRATAMENTE TERMICE DE SUPRAFAŢĂ

Activitatea de cercetare a abordat următoarele tipuri de procedee de prelucrare a suprafeţelor care se încadrează în grupa de procedee neconvenţionale:

- utilizarea radiaţiei laser la tratamentele termice şi depuneri de filme subţiri tip PLD;
- utilizarea energiei fluxului de electroni;

Scopul cercetărilor: modificarea structurii zonelor de suprafaţă ale pieselor (zone marginale) prin tratamente termice, cât şi procedee care implică modificarea compoziţiei chimice a straturilor superficiale





Cercetări privind influenţa utilizării radiaţiei laser la călirea oţelurilor şi asupra creşterii rezistenţei la uzare a acestora

Scop - durificare a stratului superficial al pieselor, creşterea rezistenţei la uzare şi la coroziune la temperatura ambiantă, cât şi la temperaturi înalte

Material: oţelurilor de îmbunătăţire 1.0503, respectiv 1.0601 şi două din oţeluri aliate 1.7035 şi respectiv 1.6582

Tabel 20 Tratamentul termic aplicat oţelurilor

Nr. crt.	Marca oţelului (SR-EN)	Călire		Revenire			Duritatea [HRC]	Duritate strat Vickers (echivalent HRC) (C+R+L)
		Temp. [°C]	Mediu de răcire	Temp. [°C]	Durata [h]	Mediu răcire		
1.	1.0503	840	Apă	600	1	Aer	32,5	61
2.	1.0601	830	Apă	600	1	Aer	37,5	64,5
3.	1.7035	840	Ulei	600	1	Aer	36,5	56
4.	1.6582	840	Ulei	600	1	aer	41	57



O particularitate a straturilor călite superficial cu ajutorul laserului și obținute prin mai multe treceri o constituie variația durității între valori maxime și minime, durități măsurate după o direcție perpendiculară pe cea a benzilor călite. Diagrama obținută în urma acestor măsurători are un aspect sinusoidal

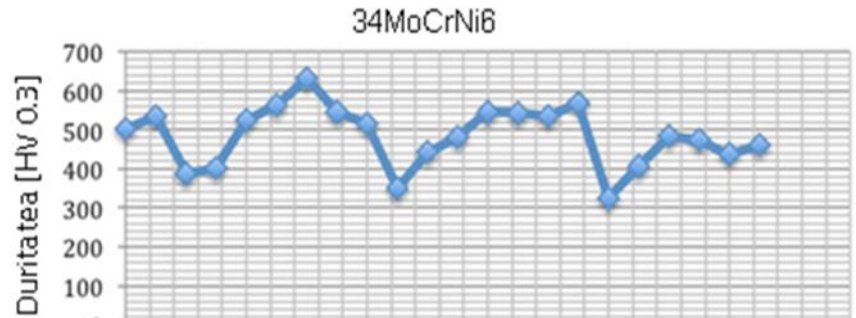


Fig.45. Oțel 1.6582 îmbunătățit și călit superficial cu laser; $P=700W$, durități Vickers (HV03) măsurate perpendicular pe direcția spoturilor

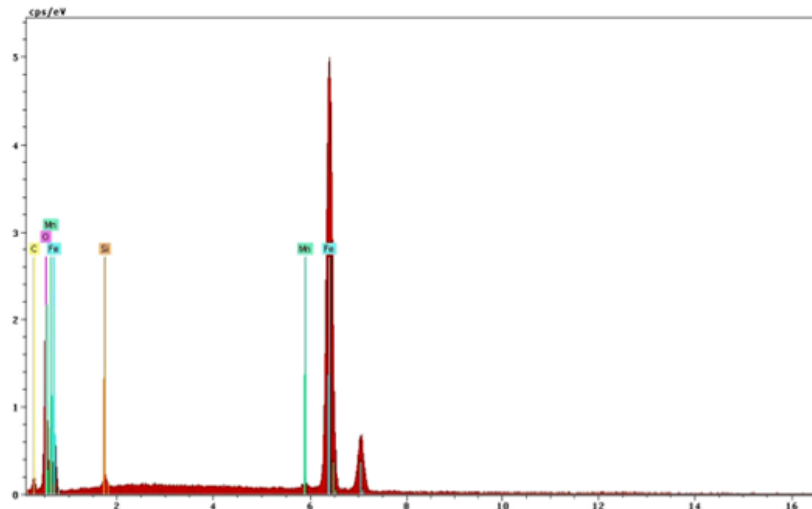


Fig.46. Oțel 1.0305 îmbunătățit și topit superficial cu laser. Direcție de raze X

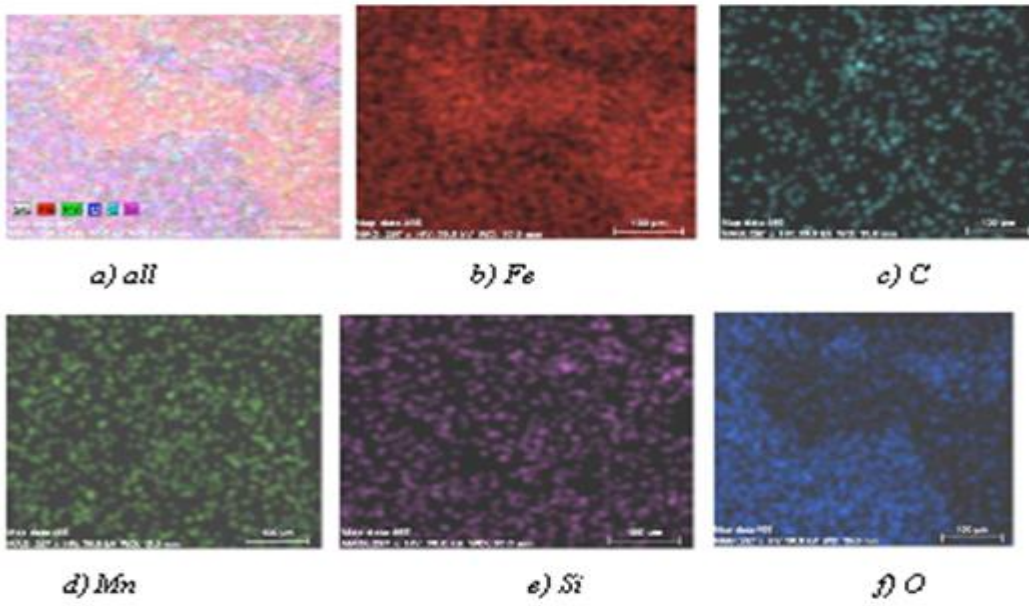
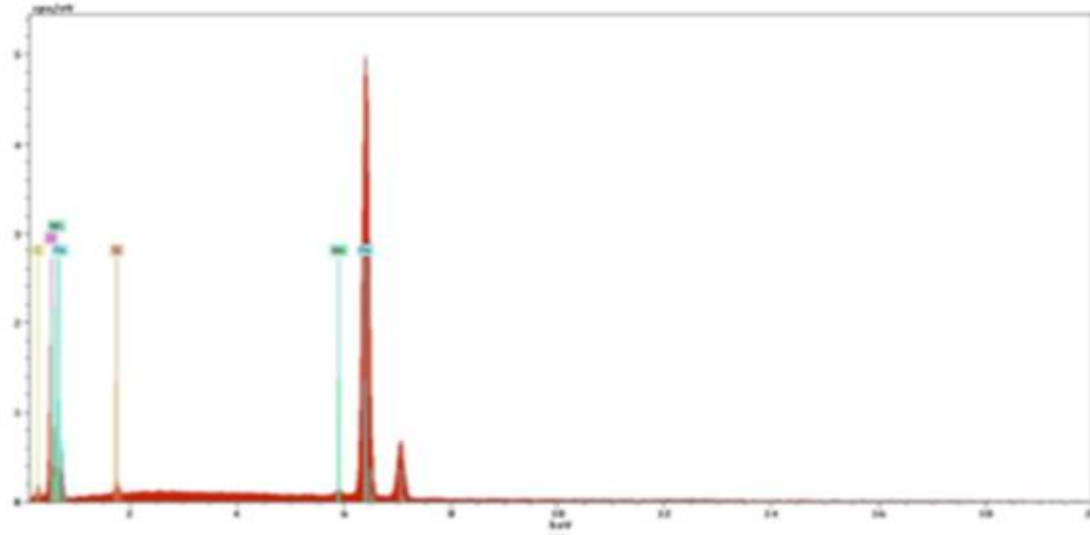


Fig.47. Oţel 1.0305
îmbunătăţit şi călit
superficial cu laser.
Analiza EDAX cu
spectrofotometru de
fluorescenţă de raze



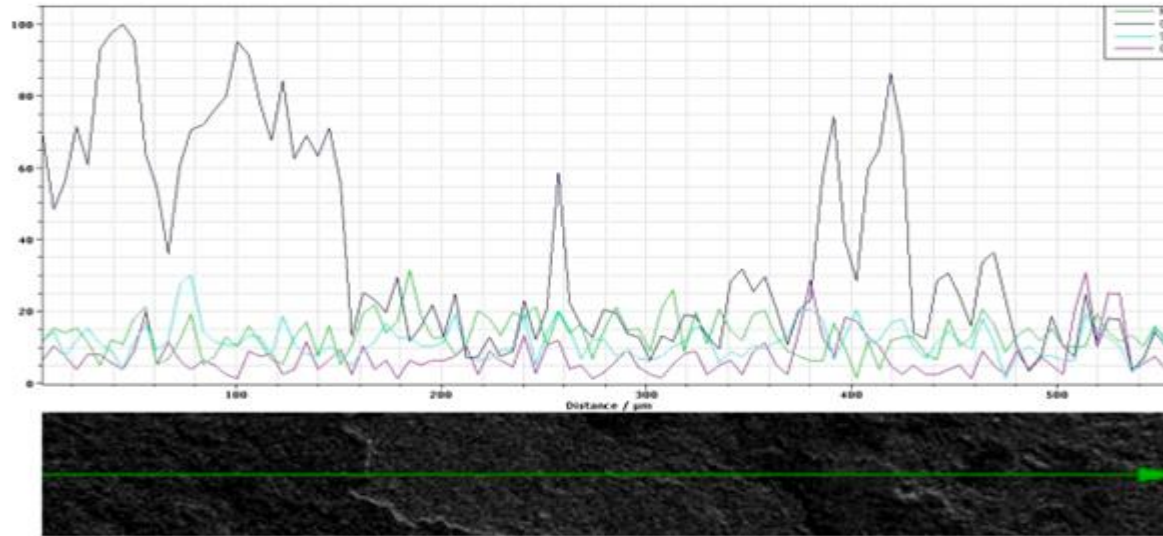


Fig.48. Oţel 1.0305 îmbunătăţit şi călit superficial cu laser. Micrografii SEM + EDAX cu elemente identificate în microstructura stratului şi reprezentarea lor grafică

Concluzii

- Straturile superficiale călite capătă durităţi comparabile cu cele obţinute prin procedee clasice sau chiar mai mari.

Călirea cu laser prezintă următoarele avantaje:

- durată foarte scurtă a procedeeului;
- nu necesită medii de răcire externe (apă, ulei);
- durificarea poate fi realizată prin transformare structurală în stare solidă, sau prin topire superficială.
- pot fi călite suprafeţe mici, imposibil de realizat prin alte procedee.

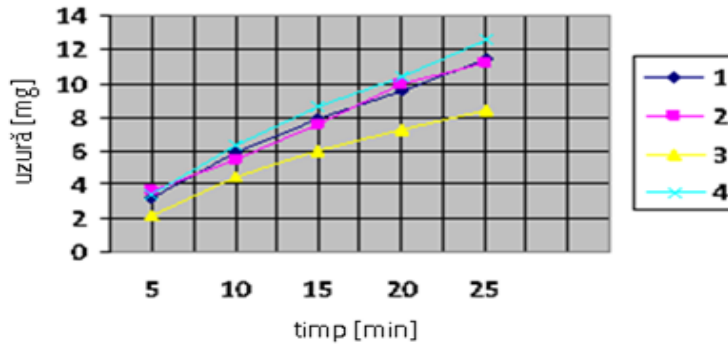


Fig.49. Evoluția în funcție de timp a pierderilor de masă la încercarea de uzare a oțelurilor în stare îmbunătățită (C+R): 1 – oțel 1.0503; 2 – oțel 1.0601; 3 – oțel 1.7305; 4 – oțel 1.6582

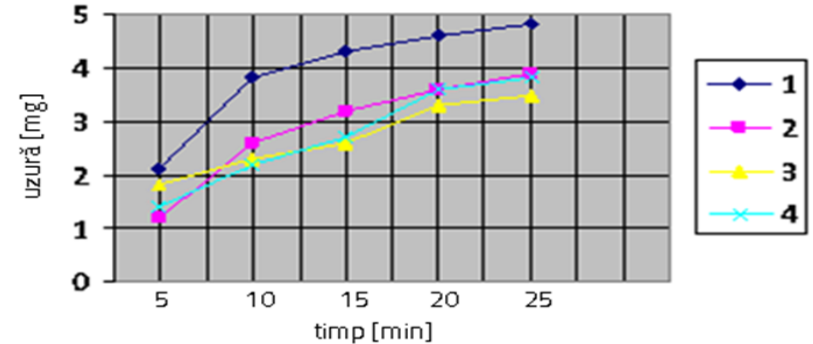


Fig.50. Evoluția în funcție de timp a pierderilor de masă la încercarea de uzare a oțelurilor îmbunătățite și călite superficial cu laser (C+R+L): 1 – oțel 1.0503; 2 – oțel 1.0601; 3 – oțel 1.7305; 4 – oțel 1.6582

Concluzii

- valorile durității au crescut după tratamentul termic cu laser (C + R + L) indiferent de oțelul studiat iar rezistența la uzare este mai bună decât în cazul tratamentului clasic (C+R).
- rezistența la uzare a oțelurilor este influențată de mulți factori, cei mai importanți fiind compoziția chimică și tratamentul termic aplicat;
- comportarea la uzare se îmbunătățește considerabil prin tratamente termice superficiale; acestea măresc duritatea straturilor exterioare și provoacă formarea de tensiuni interne de compresiune care sunt favorabile procesului.

Cercetări privind utilizarea energiei fluxului de electroni la tratamentul termic al suprafeţelor

Călirea superficială cu flux de electroni conduce la creşterea apreciabilă a durtăţii stratului cu menţinerea proprietăţilor din substratul îmbunătăţit. Se constată în ambele cazuri existenţa structurii martensitice.

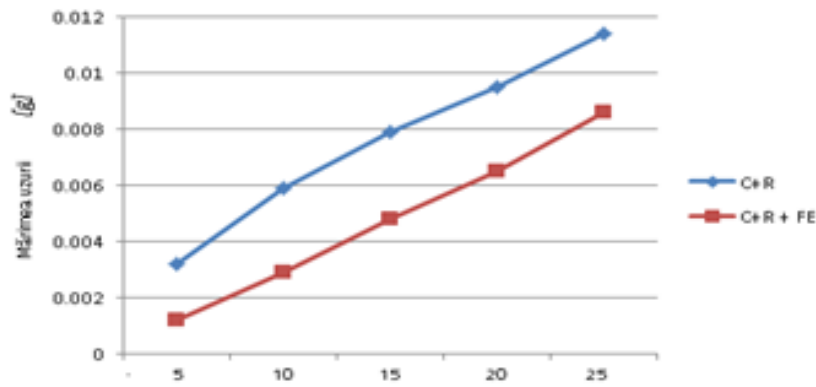


Fig.51. Mărima uzurii la probele din 1.0503 supuse la tratamentul termic de îmbunătăţire (C+R) şi apoi la tratamentul termic cu flux de electroni (C+R+EF)

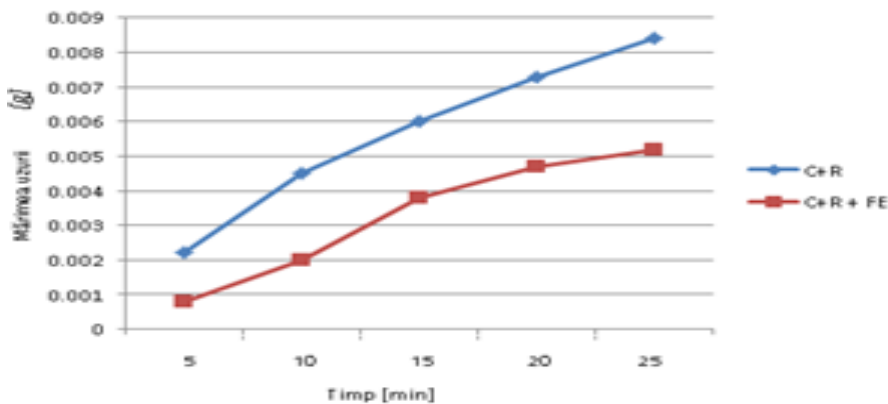


Fig.52. Mărima uzurii la probele din 1.7035 supuse la tratamentul termic de îmbunătăţire (C+R) şi apoi la tratamentul termic cu flux de electroni (C+R+EF)

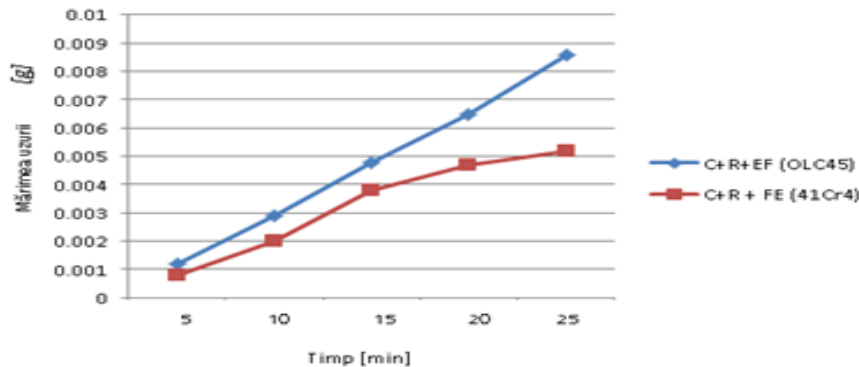


Fig.53. Mărimea uzurii la probele supuse la tratamentul termic cu flux de electroni (C+R+EF) pentru oţelurile 1.0503 şi 1.7035

Concluzii

- evoluţia uzurii în timp a fost mai accentuată la oţelul de îmbunătăţire carbon 1.0503 comparativ cu cea a oţelului de îmbunătăţire aliat 1.7035.
- eficienţa călirii superficiale cu fluxul de electroni se concretizează printr-o creştere a rezistenţei la uzare cu 30 până la 60% în funcţie de clasa oţelului.



Depuneri de filme de SiC și TiC pe oțeluri de îmbunătățire în scopul creșterii rezistenței la uzare cu ajutorul PLD

Scop: depunerile de filme subțiri cu ajutorul radiației laser și îmbunătățirea proprietăților.

SiC este un material cu proprietăți mecanice, optice, termochimice, electronice și electrice excelente, motiv pentru care are o largă utilizare în microelectronică, acoperiri de protecție pentru scule, etc .

Parametrii care influențează depunerile de filme subțiri cu ajutorul laserilor sunt:
- distanța țintă-substrat - dacă distanța este mică rezultă rugozitatea stratului mare; dacă distanța se mărește, depunerea este mult mai uniformă și rugozitatea stratului rezultă mai mică



Fig54. Imagini AFM pentru două filme depuse pentru diferite distanțe țintă-substrat: a) 3 cm; b) 2 cm



- temperatura substratului - cu cât temperatura substratului este mai scăzută în timpul depunerii, cu atât rugozitatea stratului depus este mai mare

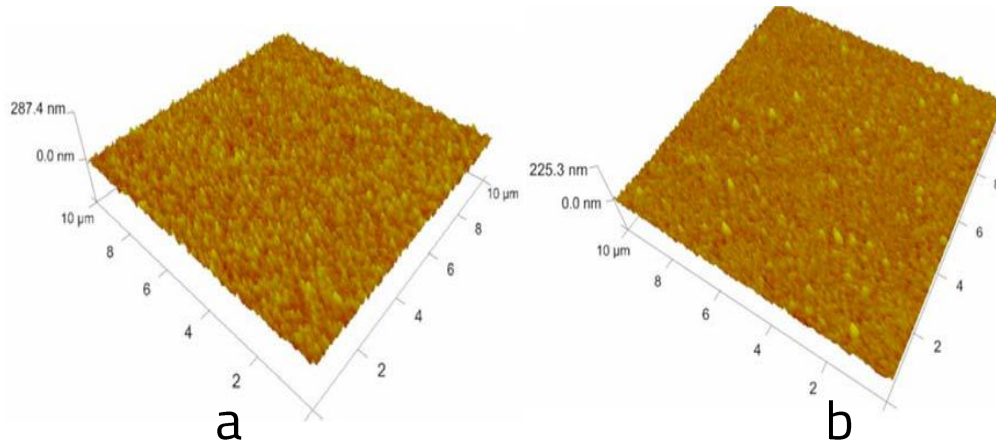


Fig.55. Imagini AFM și rugozitatea straturilor depuse la temperaturi diferite ale substratului: a) 20°C; b) 150°C

- presiunea de lucru - creșterea presiunii în incinta de lucru finisează în mod sensibil mărimea particulelor depuse.

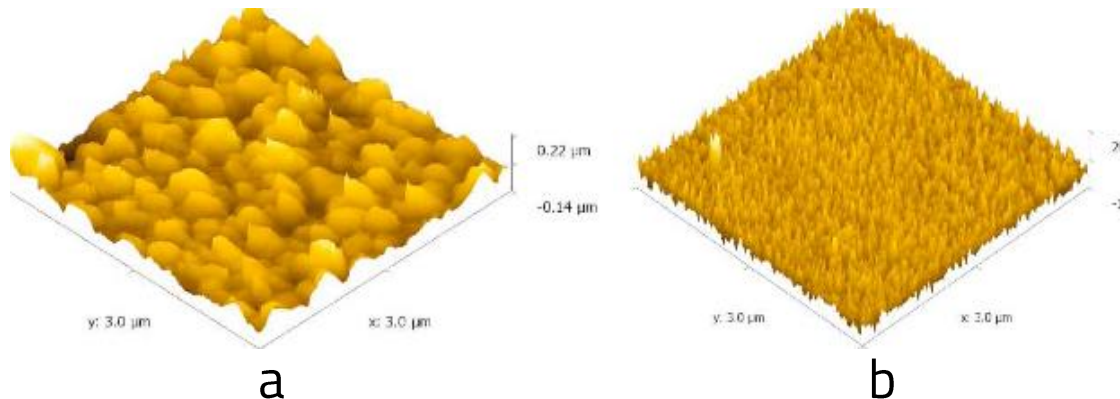


Fig.56. Imagini AFM ale suprafețelor probelor depuse la presiuni diferite: a) 10⁻⁵ torr; b) 3,5 torr

Tabelul 21 Microduriţi obţinute în stratul depus pe oţelul 1.0503

Marca oţelului	Tratament termic substrat	Tratament superficial	Distanţa [mm]	Duritate [$HV_{0,005}$]
1.0503	Îmbunătăţire	PLD	1,5	634
			3	670
			4,5	1106
			6	905
			7,5	571
			9	541

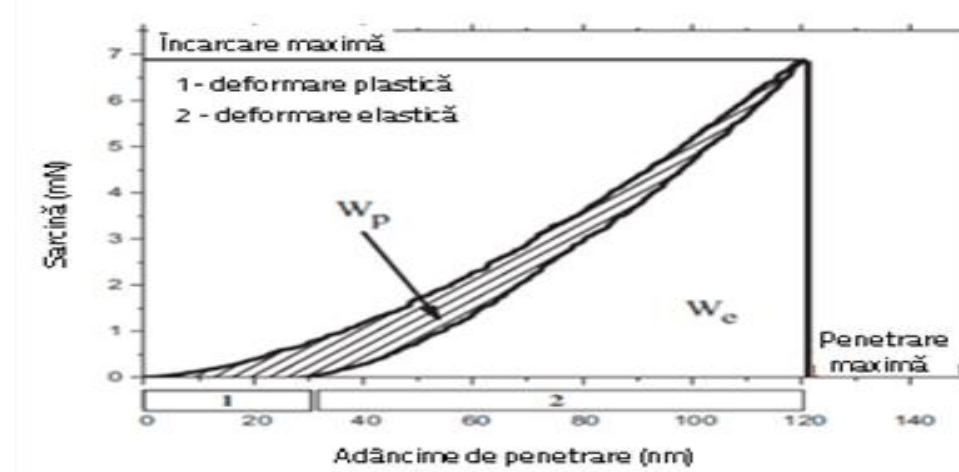


Fig. 57. Curbele de încărcare-descărcare pentru o adâncime de penetrare de 120 nm înregistrată pentru eşantionul SiC 17

Tabelul 22 Caracterizarea mecanică a filmelor de SiC obținută prin nanoindentare (Hit-duritatea pe adâncime, E_{it} -modulul de indentare: W_p – plastic, W_e – elastic, u_p - proporția)

Proba	Adâncime de penetrare[nm]	H_{it} [GPa]	E_{it} [GPa]	HV Vickers	W_p	W_e	u_p	H/E	H^3/E^2
SiC17	80	32,6	238	3023	20,60	104,83	0,1965	-	-
	90	34,3	232	3176	27,77	139,01	0,1997	-	-
	120	35,5	239	3290	62,22	325,96	0,1908	-	-
	120	36,2	242	3351	68,62	318,95	0,2151	-	-
	Media aritmetică	34,6	237,7	3210	-	-	-	0,14	0,73
	Eroare relativă	$\pm 5,91\%$	$\pm 2,41\%$	$\pm 5,82\%$	-	-	-	-	-
SiC18	40	32,7	261	3029	1,26	13,23	0,0952	-	-
	80	37,3	259	3456	18,25	119,94	0,1521	-	-
	100	35,6	254	3297	33,52	204,8	0,1636	-	-
	100	35,1	237	3250	30,58	184,05	0,1661	-	-
	150	35,2	285	3258	212,71	697,01	0,3051	-	-
	Media aritmetică	35,1	259,2	3258	-	-	-	0,13	0,64
	Eroare relativă	$\pm 7,04\%$	$\pm 9,95\%$	$\pm 7,02\%$	-	-	-	-	-
Si (substrat)	Media aritmetică	11,2	130	1042	1034,8	2035,0	0,50	0,08	0,08
	Eroare relativă	$\pm 0,38\%$	$\pm 3,58\%$	$\pm 0,38\%$	$\pm 0,91\%$	$\pm 1,92\%$	$\pm 1\%$	-	-

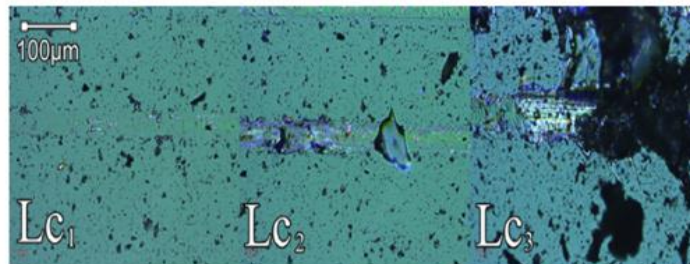


Fig.58. Imagini ale zonelor în care s-au observat sarcini critice de încercare de aderență – proba SiC17

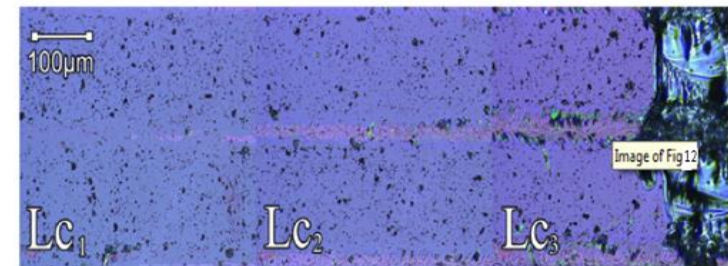


Fig.59. Imagini ale zonelor în care s-au observat sarcini critice de încercare de aderență – proba SiC18

Tabelul 23 Parametrul de uzură înregistrat la probele de SiC la temperatura camerei și 900°C

Probă	SiC17		SiC18	
T[°C]	25	900	25	900
Volumul uzat (V), mm ³	0,45	0,32	0,70	0,35
Rata de uzură, mm ³ /m	9,99E-03	7,14E-03	1,54E-02	7,82E-03
Coeficientul de frecare (μ)	0,495	0,495	0,668	0,673

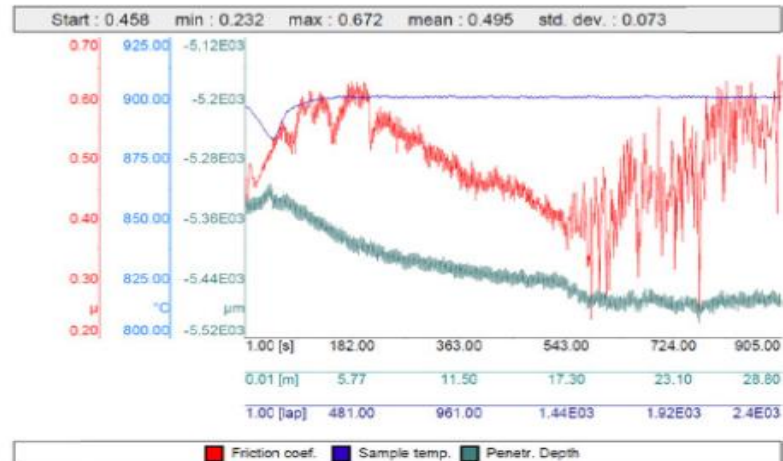
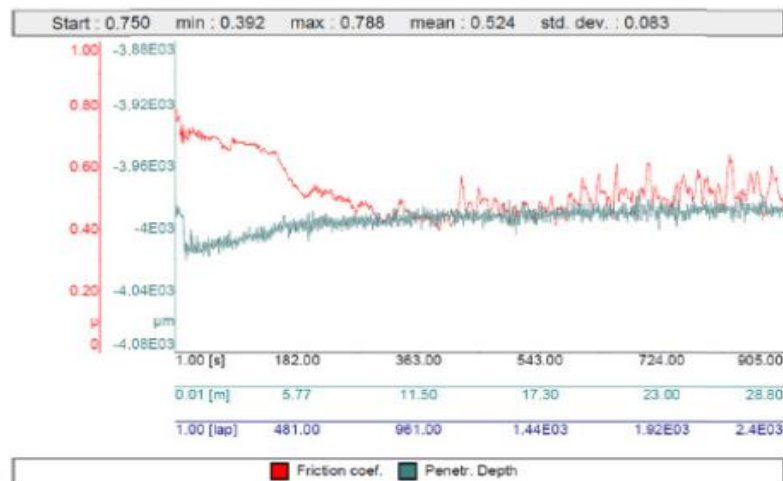


Fig.60. Coeficientul de frecare, adâncimea de penetrare și înregistrările de temperatură în timpul testelor de uzură efectuate SiC17 în aer la 20 °C(stânga) și 900°C (dreapta)



- Comportamentul suprafeţei eşantioanelor în timpul testelor este diferit dacă se folosesc temperaturi diferite. La temperatura camerei prima parte a curbei prezentată în figură stânga (1-182 s) a fost influenţată de neomogenitatea şi rugozitatea suprafeţei, următoarea parte (platou) fiind reprezentativă pentru fricţiunea reală.
- La testul de temperatură ridicată (900°C) este evident că filmul de SiC 17 a fost distrus după o lungime asemănătoare (aproximativ 17.30 m,) ca în cazul testării la temperatura camerei.
- Rezultate similare s-au obţinut şi pe probele de TiC

Concluzii

- metoda de depunere a straturilor subţiri prin PLD pe oţeluri de îmbunătăţire este avantajoasă deoarece prin sursa de căldură strict localizată se obţine durificarea suprafeţei numai în zonele de interes; ca urmare, deformaţiile sunt practic neglijabile.
- se remarcă obţinerea de straturi cu duritate mare.
- pentru piese de dimensiuni reduse procedeul devine aplicabil şi rentabil datorită timpului extrem de scurt de tratament superficial.
- nu au existat diferenţe majore între uzură şi proprietăţile măsurate la temperatura camerei şi cele măsurate la 900°C.
- filmele SiC ar putea menţine legăturile lor mecanice la temperaturi foarte ridicate, făcându-le atractive pentru aplicaţii speciale.



-Ca și concluzie generală a capitolului III se poate spune ca o atenție sporită în ultimii ani se constată în cazul studierii suprafețelor pieselor metalice. Acest lucru este justificat și prin faptul că suprafața este cea mai expusă solicitărilor mecanice și chimice.

-Depunerile s-au studiat prin prisma rezistenței la uzare.

-Toate aceste studii s-au dovedit semnificative prin prisma rezultatelor obținute.

Diseminarea rezultatelor:

53. Zara A., Stoicănescu M., Giacomelli I., Cazacu M.- The using of laser radiation at surface hardening of improvement steels, Journal of optoelectronics and advanced materials,
54. Stoicănescu M., Zara A., Giacomelli I., Vasile G., Milosan I. -Using the laser radiation at hard deposits on steels to improve, Journal of intense pulsed lasers and applications in Advanced physics;
55. Craciun D., Socol G., Cristea D.V., Stoicanescu M., Olah N., Balazsi K., Stefan N., Lambers E., Craciun V. - Mechanical properties of pulsed laser deposited nanocrystalline SiC films, Applied Surface Science;
56. Craciun D., Popescu C., Cristea D., Stoicanescu M., Milos I., Lambers E., Socol G., Craciun V. - Hard TiC films grown by pulsed laser deposition, Materials Today: Proceedings,;
57. Zara A., Stoicanescu M., Giacomelli I. - Using the electron beam at steel superficial heat treatment and the achieved wear resistance – Lucrare în evaluare;





(B-II) PLANURI DE EVOLUŢIE ŞI DEZVOLTARE A CARIEREI

Activitate didactică:

Deoarece activitatea didactică reprezintă un aspect important al prezentei propuneri, este necesar ca dezvoltarea abilităţilor pedagogice să se desfăşoare continuu în timp în concordanţă cu funcţia didactică ocupată.

Aceasta se realizează numai prin muncă şi voinţă, prin fixarea şi îndeplinirea unor obiective specifice şi generale ce urmează a fi îndeplinite:

- adoptarea unei conduite didactice corecte şi adecvate faţă de studenţi prin utilizarea unor metode moderne de predare şi de evaluare;
- orientarea către sintagma „învăţături centrate pe student”;
- realizarea unei legături mai puternice între teorie şi practică prin strângerea şi dezvoltarea pe scară mai largă a relaţiilor cu mediul industrial;
- afişarea pe platforma e-learning a cursurilor predate, cu actualizarea acestora la fiecare început de an universitar, realizând astfel accesul mai uşor al studenţilor la informaţii;
- afişarea la timp a temelor de licenţă sau de dizertaţie şi propunerea unor teme de actualitate cu largă aplicabilitate industrială;
- dezvoltarea şi extinderea permanentă a parteneriatelor cu mediul socio-economic în vederea facilitării interacţiunii dintre potenţialii angajatori şi studenţi;
- tutoriat: relaţia profesor – student bazată pe respect şi profesionalism;
- perfecţionarea continuă în domeniul didactic;
- promovarea, etc.





Dezvoltarea activităţii de cercetare

Obiectivele activităţii de cercetare ştiinţifică o voi realiza pe două direcţii care se completează reciproc şi anume:

- activitatea de cercetare propriu-zisă prin propunerea şi derularea de proiecte de cercetare ştiinţifică şi
- diseminarea rezultatelor prin publicare de articole, preponderent ISI cu factor de impact, prezentare de lucrări la Conferinţe Internaţionale, precum şi elaborarea de propuneri de brevete de invenţie.

În sprijinul îndeplinirii obiectivelor propuse mai sus îmi propun să desfăşor următoarele activităţi:

- elaborarea de propuneri de proiecte de cercetare finanţate din fonduri naţionale şi internaţionale;
- dotarea laboratoarelor de cercetare cu aparatură specifică, din fondurile alocate prin diferite proiecte propuse;
- colaborare cu alte departamente ce cercetare din cadrul Institutului ICDDT PRO DD de pe lângă Universitatea Transilvania din Braşov, precum şi cu alte colective de cercetare din ţară şi străinătate;
- formarea profesională;
- publicarea de lucrări la diferite reviste de specialitate şi la diferite evenimente ştiinţifice din ţară şi străinătate;
- publicarea în continuare a unor cărţi de specialitate, la edituri recunoscute naţional, în care să se facă cunoscute rezultatele cercetării;
- participarea activă la conferinţe, evenimente ştiinţifice organizate local, naţional şi internaţional, etc.





Dezvoltarea profesională:

Deşi baza activităţii este cea didactică şi de cercetare, este foarte importantă dezvoltarea profesională prin implicarea activă în activităţile suport la toate nivelurile: departament – facultate – universitate. Ca urmare, voi continua să mă implic activ în viaţa comunităţii academice la toate nivelurile, astfel:

- implicarea în viaţa academică şi administrativă a departamentului, facultăţii şi universităţii;
- implicarea în elaborarea şi la implementarea politicilor şi a strategiilor de dezvoltare a departamentului, facultăţii şi a universităţii;
- desfăşurarea de activităţi profesional - administrative: admitere, examene, târguri educaţionale etc.;
- promovarea în licee a specializărilor departamentului şi facultăţii: fără o promovare adecvată printre cei care pot fi studenţi şi fără a le prezenta avantajele pe care specializările le pot oferi pe piaţa muncii este destul de dificil a se îndeplini cifra de şcolarizare şi de a realiza un proces didactic de calitate.
- accesarea de mobilităţi în programe finanţate în vederea schimbului de experienţă;
- dezvoltarea de relaţii de parteneriat inter-instituţional;
- participarea activă ca membru al unor Asociaţii profesionale din care fac parte, etc.





Gradul de îndeplinire a standardelor minimale

Domeniul de activitate	Condiții minime profesor	Realizat
A1. ACTIVITATEA DIDACTICĂ ŞI PROFESIONALĂ	Minim 130 puncte	215.8116 puncte
	Cărți/manuale/monografiile/capitole în cărți de specialitate ca autor; Profesor: minim 2 de prim autor	<ul style="list-style-type: none">7 cărți (6 prim autor; 1 coautor)
	Suporturi de curs/Îndrumare. Profesor: Minim 4, din care 2 prim autor	<ul style="list-style-type: none">4 suporturi de curs/Îndrumare (3 prim autor; 1 coautor)
A2. ACTIVITATEA DE CERCETARE	Minim 300 puncte	595.2677 puncte
	Articole indexate în reviste ISI Thomson Reuters și în volumele unor manifestări științifice indexate ISI Thomson Reuters, vizibile în baza de date de la ultima promovare (febr. 2015) sau în ultimii 5 ani, minim 8 articole, din care 3 în reviste, minim 3 ca autor principal	<ul style="list-style-type: none">8 articole în reviste indexate ISI Thomson cu FI (2 prim autor);4 articole în volumele unor manifestări științifice indexate ISI Thomson Reuters (2 prim autor).
	Articole în reviste și volumele unor manifestări științifice indexate în alte baze de date internaționale de la ultima promovare (febr. 2015) sau în ultimii 5 ani, minim 8	<ul style="list-style-type: none">14 articole BDI (8 prim autor).
	Granturi/proiecte castigate prin competiție sau contracte cu mediul socio-economic Director/Responsabil-minim 2D sau 4R	<ul style="list-style-type: none">2 Granturi FP7 în calitate de Director cu valori de: 13734,9; 12363,1 Euro;2 contracte cu mediul socio-economic în calitate de Director, cu valori de : 45.087 și 97105 RON
	Pentru profesor și CSI, începând cu 2018 – minimum 1 articol în reviste din zona roșie sau galbenă	<ul style="list-style-type: none">2 articole în APPLIED SURFACE SCIENCE (zona roșie - MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS)
A3. RECUNOAȘTEREA ŞI IMPACTUL ACTIVITĂȚII	Minim 100 puncte	140.21 puncte
TOTAL	Minim 530 puncte	951.2893 puncte



Universitatea
Transilvania
din Braşov

FACULTATEA DE ŞTIINŢA
ŞI INGINERIA MATERIALELOR

VĂ MULŢUMESC PENTRU ATENŢIE !

