

INFLUENȚA CONȚINUTULUI DE CARBON ASUPRA DURITĂȚII MATERIALELOR METALICE

BARBU Georgiana-Cristina¹, BĂCIOIU Mihaela-Roxana²

Conducător științific: Dr. Ing. Larisa BUȚU; Dr. Ing. Delicia ARSENE

REZUMAT: Aliajele fierului cu carbonul se împart în oțeluri și fonte; oțelurile sunt aliaje care conțin carbon de la 0% la 2,08 respectiv 2,11%, iar fontele sunt aliajele care conțin carbon mai mult de 2,08 respectiv 2,11%. Lucrarea aceasta a urmărit impactul pe care îl are carbonul asupra durității materialelor metalice. Acest obiectiv se poate realiza prin metodele Brinell, Rockwell și Vickers, de testare a durității. Experimental s-a testat prin Vickers duritatea a 6 epruvete.

CUVINTE CHEIE: duritate, conținut de carbon.

1. INTRODUCERE

Materiale metalice feroase sunt cele mai raspandite materiale ce se folosesc in constructia de masini avand la baza elementul chimic fier. Duritatea este o proprietate a materialelor care exprimă capacitatea acestora de a se opune acțiunii de pătrundere a unui corp dur în masa sa.

La determinarea durității materialelor se iau în considerare mărimea urmelor produse de un corp de penetrare numit penetrator, caracterizat printr-o anumită formă și dimensiune, și forța ce acționează asupra acestuia.

S-a urmărit impactul pe care îl are Carbonul asupra durității materialelor metalice. Metodele utilizate pentru a studia acest aspect sunt Brinell, Rockwell și Vickers. S-au realizat o serie de experimente de tip Vickers asupra 6 probe de materiale metalice cu conținut de Carbon variat.

¹Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST

E-mail: barbu_georgiana_cristina@yahoo.com;

²Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST

2. MATERIALELE METALICE

Materialele metalice (metale și aliaje metalice) sunt acele materiale cu legături specifice metalice, caracterizate de colectivizarea electronilor din banda de valență și care se mișcă liber sub formă de "nor electronic" printre ionii pozitivi din care este alcătuit miezul, au proprietăți metalice, cum sunt conductivitatea termică și electrică ridicate, ductilitate, luciul metalic etc. Oțelurile sunt materialele metalice cu cea mai largă utilizare în industrie.

Oțelul este un aliaj ce conține ca elemente principale fierul și carbonul, având un conținut de carbon sub 2,11 %. Aliajele fier-carbon cu mai mult de 2,11% carbon se numesc fonte. Proprietățile lor pot să varieze în limite foarte largi în funcție de conținutul de carbon și de alte elemente de aliere.

Carbonul se dizolvă în fierul topit formând o soluție lichidă omogenă fier-carbon. La solidificarea acestei soluții lichide, carbonul se poate separa sub 2 forme:

- a) Carbon liber cristalizat în sistemul hexagonal numit grafit
- b) Carbon legat în compusul Fe_3C numit cementită.

Ambele forme sub care se pot separa carbonul, grafitul și cementita se întâlnesc în aliajele fierului cu carbonul, fiind stabile în anumite condiții. Prin încălzire de lungă durată se produce reacția ireversibilă: $Fe_3C \rightarrow 3 Fe + C$ (grafit). Din această reacție rezultă că grafitul este forma stabilă a carbonului iar cementita forma metastabilă. Aspectul acestor diagrame este reprezentat în fig.1.

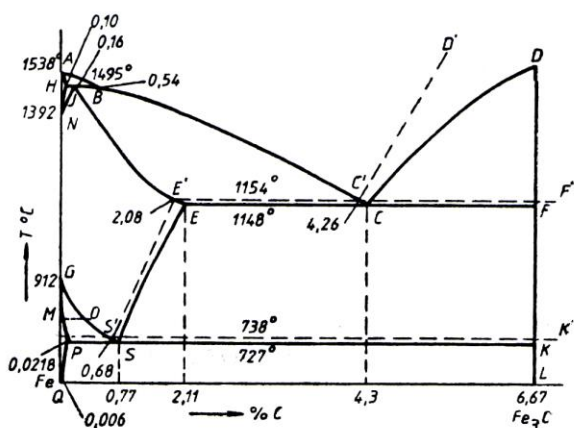


Fig.1. Diagrama de echilibru a sistemului Fe-C
 — sistemul metastabil Fe-Fe₃C
 - - - - - sistemul stabil Fe-grafit

Pe baza acestei diagrame aliajele fierului cu carbonul se împart în oțeluri și fonte; oțelurile sunt aliaje care conțin carbon de la 0% la 2,08 respectiv 2,11% (punctul E', respectiv E), iar fontele sunt aliajele care conțin carbon mai mult de 2,08 respectiv 2,11%.

Fontele care cristalizează după sistemul metastabil se numesc albe, cele care cristalizează după sistemul stabil sau după ambele sisteme, cenușii, o parte dintre fontele care cristalizează atât după sistemul stabil cât și după cel metastabil numindu-se peștițe.

În vederea studierii fazelor și constituenților aliajelor fier-carbon cele două aspecte ale diagramei Fe-C se consideră separate.

Diagrama metastabilă Fe-Fe₃C este dată în fig.2. Componenții acestui sistem sunt fierul și

cementita. El formează soluții solide cu multe elemente.

Cu carbonul formează următoarele soluții solide:

- soluție solidă interstițială de carbon în fier α numită ferită;
- soluție solidă interstițială de carbon în fier γ , numită austenită(A);
- soluție solidă de carbon în fier δ .

Cel de al doilea component al diagramei Fe-Fe₃C este compusul chimic Fe₃C numit cementită care conține 6,67%C.

Eutecticul A+Cem care se formează la 1148°C se numește ledeburită și este stabilă la 727°C, unde austenita din ledeburită trece într-un eutectoid format din ferită și austenită numit perlită.

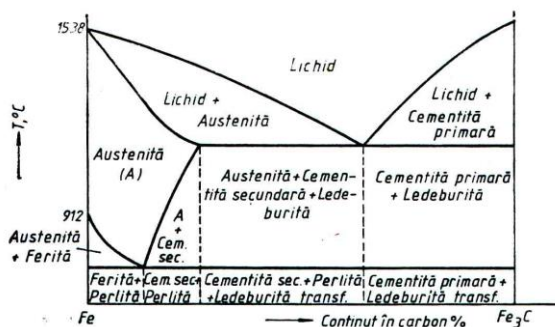


Fig.2. Diagrama Fe-Fe₃C (simplificată) pentru constituienți

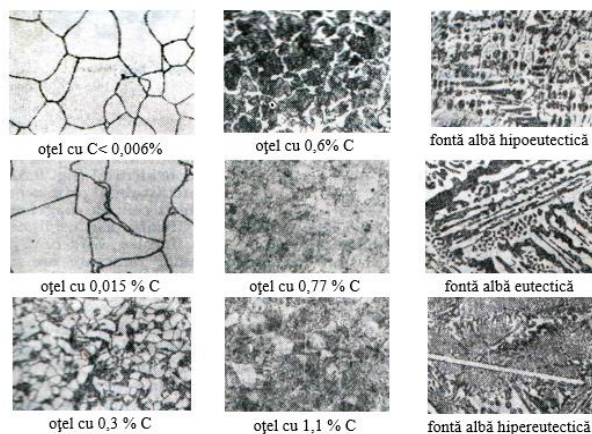


Fig.2.1. Aspecte microstructurale (200:1)

3. PRELUCRAREA EPRUVETELOR DIN DIFERITE TIPURI DE OȚELURI

Prelucrarea epruvetelor pentru determinarea durității s-a realizat prin rectificare. Rectificarea este procedeul de prelucrare prin așchiere ce rezultă din combinarea unei mișcări principale de așchiere, totdeauna de rotație și totdeauna executată de sculă cu mișcări de avans rectiliniu, circular sau combinat executate de piesă și/sau sculă.

Rectificarea este procedeul de generare prin așchiere a suprafețelor cu ajutorul unor scule abrazive (o mulțime de granule abrazive) a căror vârfuri ascuțite și muchii au orientări și forme stocastice în scopul obținerii unei mai mari precizii dimensionale și a unei calități superioare a suprafețelor.

Schema de principiu la prelucrarea prin rectificare (fig. 3.) este asemănătoare cu cea de la frezare, cu deosebire că granulele abrazive, față de dinții frezei, sunt repartizate arbitrar, lucrează cu unghiuri de degajare γ foarte diferite și cu viteze de așchiere foarte mari.

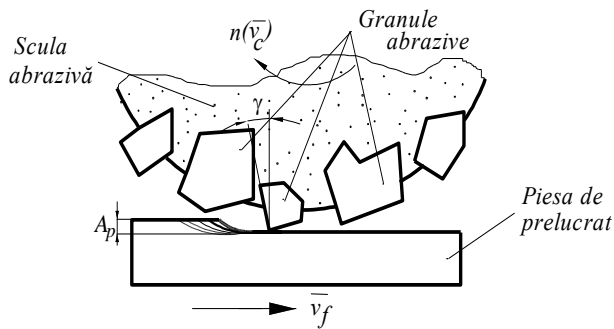


Fig. 3. Schema de principiu la rectificare.

În general, rectificarea ca procedeu de prelucrare prin așchiere se aplică:

- pentru realizarea unor precizii dimensionale ridicate și a unor calități superioare ale suprafețelor prelucrate;
- pentru prelucrarea unor piese confecționate din materiale ce nu permit alt procedeu de prelucrare eficient (piese din oțel călit, din fontă dură, oțeluri dure, materiale metalice și nemetalice dure și extradure etc.);

- pentru prelucrarea unor piese la care ecruisarea suprafețelor prelucrate să fie minimă.



4. DETERMINAREA DURITĂȚII PRIN METODA VICKERS

Metoda Vickers este o metodă universală de determinare a durității, care utilizează ca penetrator o piramidă de diamant. Deoarece diamantul are cea mai mare duritate dintre toate materialele utilizate în industrie, metoda poate fi aplicată la determinarea durității oricărui material. Se recomandă, îndeosebi, la determinarea durității materialelor ce au duritatea probabilă mai mare de 300 daN/mm^2 . La materialele a căror duritate este mai mică decât această valoare se folosește metoda Brinell.

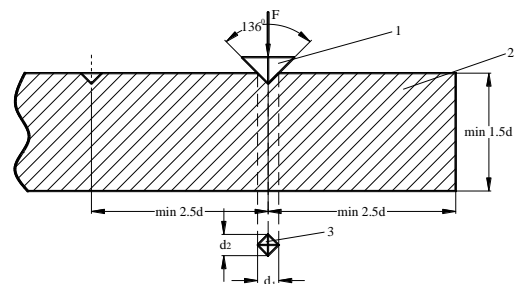


Fig. 4. Schema de principiu a încercării pentru determinarea durității prin metoda Vickers:
1 – penetrator piramidă de diamant; 2 – epruvetă; 3- urmă lăsată de penetrator pe epruvetă.

Duritatea Vickers HV se exprimă prin raportul dintre sarcina de încărcare aplicată F , în kgf și aria A , în mm^2 a suprafeței laterale a urmei produse, urma fiind considerată ca o piramidă dreaptă cu diagonala d în mm, având la vârf același unghi ca și penetratorul. Deci:

$$HV = \frac{F}{A} = \frac{F}{d^2 / 2 \sin 68^\circ} = \frac{1,8544 \cdot F}{d^2} \quad (1)$$

Sarcinile de încărcare F , pentru metoda Vickers sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Sarcinile de încărcare F pentru determinarea durității prin metoda Vickers

Sarcina	kgf	5	10	20	30	50	100
F	N	49,3	98,6	196,1	294,2	490,3	980,7

Adâncimea de penetrare a piramidei Vickers în material este de numai $1/7 \cdot d$. Datorită adâncimii mici de pătrundere a penetratorului în material, metoda poate fi utilizată și pentru determinarea durității pieselor mici, subțiri, a straturilor tratate termic, depuse galvanic etc.

Sarcina normală de încărcare este de 30 kgf, respectiv 294,2 N. Durata de menținere a sarcinii la piesele din oțel este de 10.....15 s, la metalele neferoase și aliajele lor de 30.....35 s, iar la metalele moi de 120.....125 s.

Pentru determinarea durității prin metoda Vickers se execută cel puțin 3 încercări făcându-se media rezultatelor obținute. Notarea durității Vickers se folosește simbolul HV precedat de valoarea durității Vickers calculată cu relația de mai sus. Simbolul HV poate fi urmat de un prim indice reprezentând sarcina de încărcare F în kgf (dacă aceasta diferă de valoarea normală de 30kgf) și de un al doilea indice reprezentând durata de menținere a sarcinii (dacă aceasta diferă de valoarea normală de 15 s). De exemplu: $525 HV_{10/20}$ reprezintă duritatea Vickers cu valoarea 525 măsurată cu o sarcină de 10 kgf aplicată timp de 20 s. Pentru determinarea durității unui material, se vor folosi epruvete prelevate din materialul respectiv, ale căror dimensiuni trebuie alese astfel încât să se realizeze minim 3 determinări pentru o epruvetă.

Lungimea și lățimea epruvetei trebuie determinate ținând cont de distanțele minime dintre diferite determinări și dintre marginea piesei și amprentele lăsate de penetrator.

În general, materialele folosite pentru determinările durității prin metoda Vickers sunt

cele folosite și la determinarea durității prin metoda Brinell.

Aparatura folosită

Pentru determinarea durității prin metoda Vickers se folosește un durimetru universal INNOVA TEST (figura 5).



Fig. 5. Durimetru Innova Test
1- display; 2 - penetrator; 3 - masă; 4 -lupă

5. REZULTATE EXPERIMENTALE

Determinarea durității Vickers pentru cele 6 probe din oțel carbon de calitate folosind durimetru INNOVA TEST.

Pentru a determina influența conținutului de carbon asupra durității unor probe din oțel-carbon. Rezultatele experimentale sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 2. Verificarea rezultatelor experimentale

Nr. Crt.	D1	D2	Media	F	d^{\wedge} (Media* Media)	Const	HV
1	0,29 04	0,28 51	0,28 775	1 0	0,0828	1,85	224
	0,29 27	0,29 34	0,29 305	1 0	0,0858	1,85	216
	0,28 2	0,28 2	0,28 2	1 0	0,07952	1,85	233
2	0,33 68	0,32 74	0,33 21	1 0	0,11029	1,85	158
	0,33 23	0,33 95	0,33 59	1 0	0,11282	1,85	154
	0,33 51	0,33 14	0,33 325	1 0	0,11105	1,85	157

3	0,34 19	0,33 77	0,33 98	1 0	0,11546	1,85	161
	0,31 9	0,32 51	0,32 205	1 0	0,10371	1,85	179
	0,33 93	0,33 33	0,33 63	1 0	0,11309	1,85	164
4	0,26 3	0,27 69	0,26 995	1 0	0,07287	1,85	254
	0,26 55	0,27 75	0,27 15	1 0	0,07371	1,85	252
	0,28 34	0,26 89	0,27 615	1 0	0,07625	1,85	243
5	0,26 59	0,25 53	0,26 06	1 0	0,06791	1,85	273
	0,25 57	0,29 69	0,27 63	1 0	0,07634	1,85	243
	0,32 06	0,30 98	0,31 52	1 0	0,09935	1,85	187
6	0,26 14	0,25 45	0,25 795	1 0	0,06653	1,85	277
	0,26 04	0,27 18	0,26 61	1 0	0,07080	1,85	262
	0,27 36	0,25 82	0,26 59	1 0	0,07070	1,85	262

6. CONCLUZII

În urma experimentelor efectuate și a prelucrării datelor s-a obținut graficul de mai jos (fig.6) observându-se creșterea durității oțelurilor de calitate odată cu creșterea conținutului de carbon așa cum este specificat în literatura de specialitate.

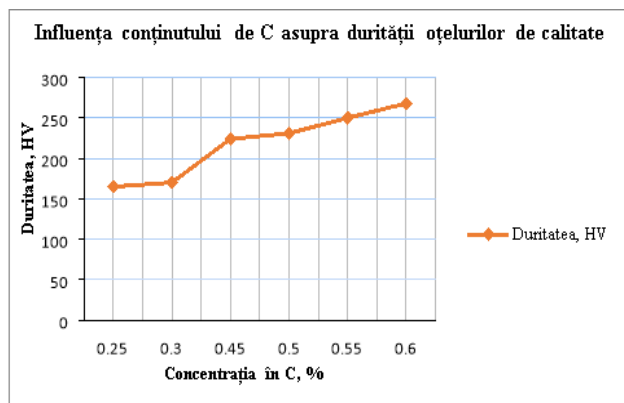


Fig.6. Influența conținutului de carbon

Din tabelul 3 se constată că dublarea conținutului de carbon a oțelului de calitate duce la o creștere a durității cu aproximativ 50%.

Tabel 3. Influența conținutului de carbon

Marcă oțel	Concentrație în C, %	Duritatea, HV
C25	0.25	156
C30	0.3	170
C45	0.45	224
C50	0.5	231
C55	0.55	250
C60	0.6	268



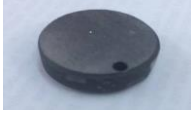



7. MULȚUMIRI

Dorim să adresăm mulțumiri cu totul speciale pentru contribuția și ajutorul venit din partea cadrului universitar Dr. Ing. Larisa Buțu, fără de care nu am fi reușit să ducem la bun sfârșit această lucrare.

8. BIBLIOGRAFIE

1. http://www.sim.utcluj.ro/stm/download/tehnologie/LucrariLab_TM.pdf
2. <http://www.creeaza.com/referate/fizica/Prezentarea-clasificarea-si-si778.php>
3. <http://www.referatele.com/chimie/Influenta-carbonului-si-a-elem432.php>

Tabel 4. Rezultate experimentale

Nr.Crt	Imagine epruvetă	Material	Conținut de Carbon %	Duritate							
				Determinare experimentală				Determinare prin calcul			
				HV1	HV2	HV3	Media	HV1	HV2	HV3	Media
1		C50	0.5	243.51	215.88	233.12	231	223.961184	215.933	233.19	224
2		C25	0.25	153.28	158.07	154.36	156	158.137919	154.355	156.98	156
3		C30	0.3	160.54	180.8	168.42	170	160.604115	178.796	163.96	168
4		C55	0.55	254.37	251.47	243.18	250	254.470097	251.573	243.17	250
5		C45	0.45	272.98	211.21	186.61	224	273.057806	242.908	186.65	234
6		C60	0.6	278.66	261.77	262.26	268	278.697039	261.887	262.28	268