



POROČILO

iz vaj pri predmetu Gradiva

3 – DIAGRAM Fe-Fe₃C

Poročilo zajema naslednja področja:

- natančna obravnava binarnega sistema Fe-Fe₃C
- skice in opisi struktur jekel in ostalih zlitin na osnovi železa

Študent: Boštjan Kreutz, *skupina c*

Predavatelj: Janez Grum

Ljubljana, 02.03.2002

KAZALO VSEBINE

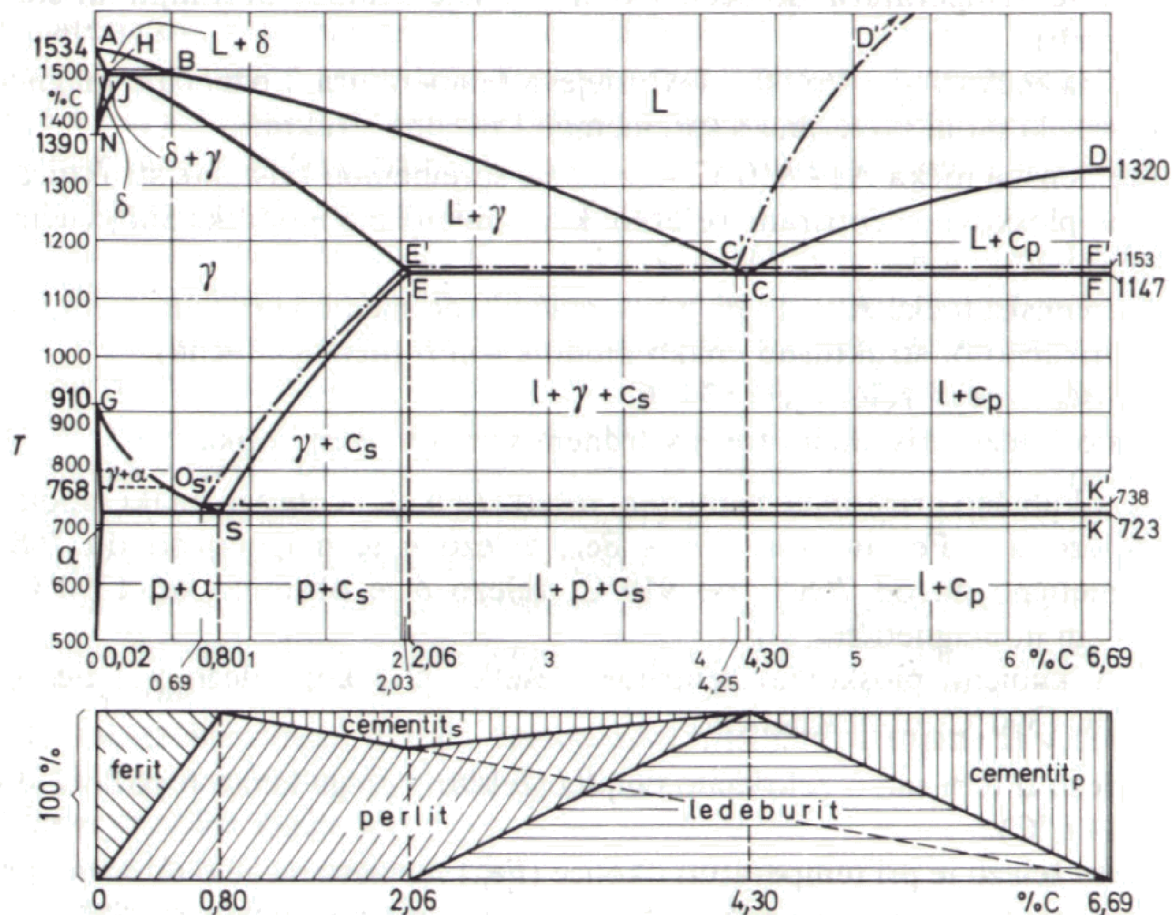
1. BINARNI DIAGRAM Fe – Fe₃C	1
2. METALOGRAFIJA LITIN.....	4
3. LITERATURA	7

KAZALO SLIK

<i>slika 1.1 : binarni diagram Fe – Fe₃C</i>	<i>1</i>
<i>slika 1.2 : 0,05% ogljika.....</i>	<i>2</i>
<i>slika 1.3 : 0,15% ogljika.....</i>	<i>2</i>
<i>slika 1.4 : 0,45% ogljika.....</i>	<i>3</i>
<i>slika 1.5 : procesi kristalizacije</i>	<i>3</i>
<i>slika 1.6 : 100% perlit</i>	<i>3</i>
<i>slika 1.7 : 1,15% ogljika.....</i>	<i>3</i>
<i>slika 2.1: Jedkana SL, 1000x povečava.....</i>	<i>4</i>
<i>slika 2.2: Jedkana NL, 200x povečava</i>	<i>4</i>
<i>slika 2.3 : Jedkana JL, 1000x povečava</i>	<i>5</i>
<i>slika 2.4 : Jedkana TL, 1000x povečava.....</i>	<i>5</i>
<i>slika 2.5 : Jedkana TL, 200x povečava.....</i>	<i>5</i>

1. BINARNI DIAGRAM Fe – Fe₃C

MIKROSKOPIJA



L – talina, γ – avstenit, α – ferit, c_p in c_s – primarni in sekundarni cementit, l – ledeburit, p – perlit

slika 1.1 : binarni diagram Fe – Fe₃C

V tem področju imamo tako **podevtektoidna jekla**, ki vsebujejo do 0,8% C, **evtektoidna jekla**, ki vsebujejo 0,8% C in **nadevtektoidna jekla**, ki vsebujejo nad 0,8 pa do 2,06% C.

Skraino levi del diagrama s koncentracijo 0,02% C mikrostrukturo v glavnem sestavlja **ferit**. Ker je prisotna minimalna koncentracija ogljika, je v mikrostrukturi opaziti še nekaj perlitnih zrn, ki so temne barve.

Pri 0,8% C imamo evtektoidno sestavo, ki jo sestavlja 100% **perlita**, ta pa je sestavljen iz feritne osnove in trdih cementitnih lamel, katerih procent lahko izračunamo :

$$\frac{0,8}{6,69} \cdot 100\% = 12\% \text{ perlitnega cementita (preostanek je ferit, 88\%)}$$

Pri 0,06% C imamo v točki E 100% **avstenita**, ki razpade na cca. 21% sekundarnega cementita, preostalih 9,8% pa je perlit. Količino celotnega cementita lahko izračunamo :

$$\frac{2,06}{6,69} \cdot 100\% = 30,8\% \text{ celotnega cementita}$$

- 21% sekundarnega
- 9,8% perlitni cementit

Pri 4,3% C imamo **evtektik ledeburit**, ki je pri temperaturi okolice sestavljen iz primarnega in sekundarnega cementita ter perlita. Celoten cementit prav tako lahko izračunam :

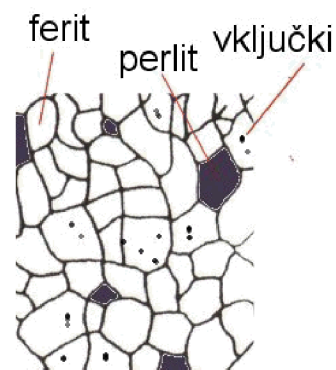
$$\frac{4,3}{6,69} \cdot 100\% = 64,3\% \text{ celotnega cementita}$$

- sekundarni cementit
- primarni cementit
- perlitni cementit (v perlitu)

MIKROSTRUKTURNA SESTAVA JEKEL Z RAZLIČNO VSEBNOSTJO OGLJIKA

(1) 0,05% C

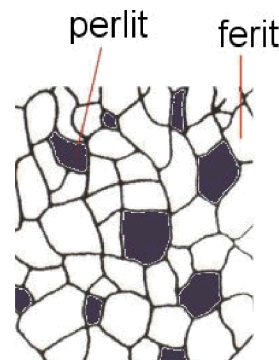
Pri 0,05% ogljika imamo strukturo, ki jo sestavljajo po večini zrna **ferita** (bele barve). Ker imamo tudi 0,05% ogljika, lahko vidimo pod mikroskopom tudi manjša **perlitna zrna** (temne barve). Pri večjih povečavah je v strukturi ferita opaziti tudi vključke, ki so v našem primeru oksidni.



slika 1.2 : 0,05% ogljika

(2) 0,15% C

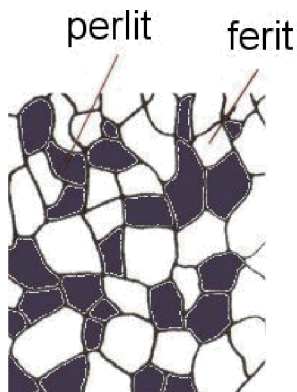
Podevtektoidno jeklo z 0,15% C ima pri ohlajanju v prvi fazi **primarne kristale delta** δ . Na peritektični temperaturi pride do transformacije v **avstenit**. Na GOS liniji se prične iz avstenita izločati **ferit**. Nižja kot je temperatura, več se ga izloči. Na perlitni temperaturi 723°C nam preostanek avstenita razpade v **perlit**.



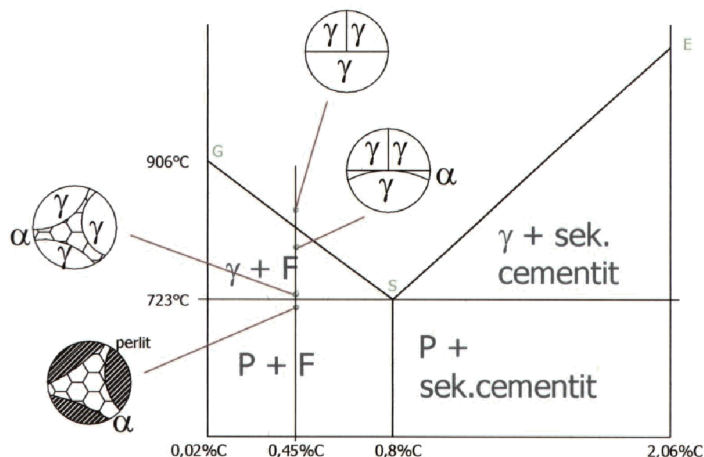
slika 1.3 : 0,15% ogljika

(3) 0,45% C

Pri podevtektoidnem jeklu z 0,45% ogljika imamo več kot 50% temnih **perlitnih zrn**, preostanek je **ferit**. To jeklo uvrščamo med jekla za poboljšanje, ki jih kalimo in nato visoko popuščamo. Procesi kristalizacije so nazorno prikazani na sliki 5.



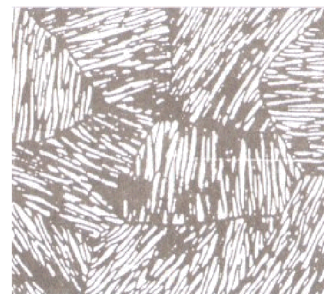
slika 1.4 : 0,45% ogljika



slika 1.5 : procesi kristalizacije

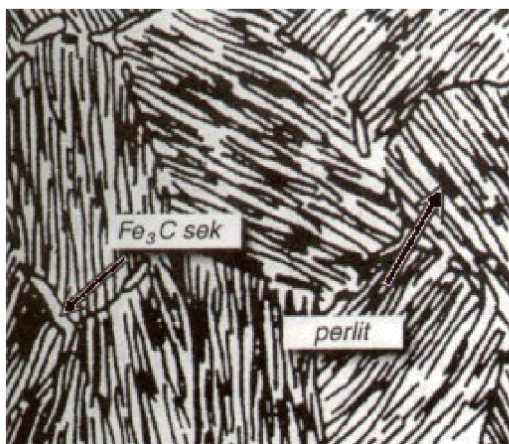
(4) 0,8% C

Pri 0,8% ogljika imamo eutektoidno sestavo s 100% **perlita**, ki ga sestavlja 88% **feritne osnove** in 12% trdih **cementitnih lamel**. Lamenarna oblika cementita je posledica metalografskih procesov pri izločanju iz avstenita.



slika 1.6 : 100% perlit

(5) 1,15% C



Nadevtektoidno jeklo z 1,15% ogljika ima v temperaturnem območju od 1300 pa do 950°C **mikrostrukturo avstenita**. Na liniji SE pride do izločanja ogljika, ker se topnost manjša. Nižja, kot je temperatura, več ogljika se izloči v obliki **sekundarnega cementita**. Na perlitni temperaturi nam preostanek avstenita z 0,8% ogljika eutektoidno razpade v **perlit**.

slika 1.7 : 1,15% ogljika

2. METALOGRAFIJA LITIN

Nejedkano stanje – ogljik je v obliki grafita.

Siva litina – vidimo grafitne lističe (krivci za krhkost v litini).

Rozetni grafit – lističi v obliki rozete.

- (i) Jedkana siva litina – vidi se tudi struktura sive litine :

slika 2.1: Jedkana SL, 1000x povečava



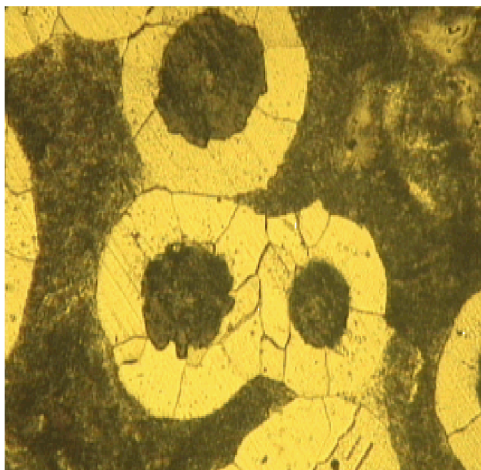
Z nitalom razvijemo mikrostrukturo. Rečemo ji perlitna siva litina. Prisotnih je tudi nekaj feritnih (svetlih) kristalov – potem ji rečemo feritna SL.

SL : od 1 do 3% ogljika

Primerna za litje, občutljiva na pokanje, da se variti s posebnimi postopki, ni primerna za temperaturne obremenitve.

- (ii) Nodularna jedkana litina :

slika 2.2: Jedkana NL, 200x povečava

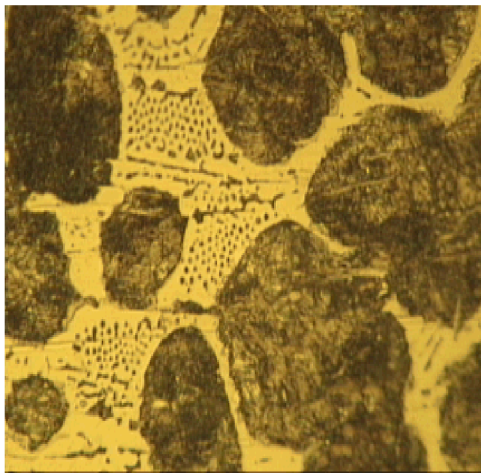


Vidmo nodule grafita.

Struktura je manj krhka, boljše trdnostne lastnosti, ni zareznega učinka.

(iii) Beli grodelj (jeklena litina) :

slika 2.3 : Jedkana JL, 1000x povečava



Jedkana, poevtektoidna.

Vidmo :

- sekundarni cementit (svetel)
- ledeburit (pikice v svetlem)
- perlit

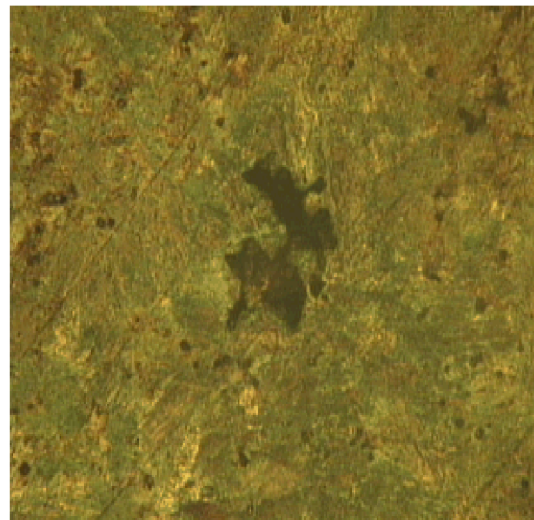
Za uporabo so nadevtektične jeklene litine neuporabne (velika trdota, velika krhkost).

(iv) Temprana litina – jedkana:

slika 2.4 : Jedkana TL, 1000x povečava



slika 2.5 : Jedkana TL, 200x povečava



Temprana litina je žarjena jeklena litina.

Nastanek : razpad cementita ($\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{C}$)

Vidimo : »packe« (ogljik v obliki grafita)

(v) Razvoj :

Primarni cementit : 1320 do 1147°C

Pri 1147°C nastane ledeburit : avstenit + Fe₃C = L_I

Sekundarni cementit : iz 1147 ohlajamo do 723°C

Pri 723°C steče eutektoidna reakcija, dobimo perlitni cementit : $\alpha + \text{Fe}_3\text{C} = \text{perlit}$

3. LITERATURA

Pri sestavljanju poročila sem uporabljal naslednje gradivo:

- Krautov strojniški priročnik
- Navodila podana na laboratorijskih vajah
- Zapiske iz laboratorijskih vaj
- Polde Leskovar, Gradiva