

ESAMI DI STATO 2004

Ramo MATERIALI – Tema n. 1

Si devono produrre 20000 pezzi/anno di ingranaggi aventi diametro esterno di 95 mm, foro centrale con diametro 25 mm e spessore totale del pezzo pari a 45 mm.

Premesso che viene richiesta una durezza ai denti degli ingranaggi pari a 60 HRC in superficie con profondità efficace pari a 0,8 mm, il candidato sviluppi i seguenti punti:

- Si valuti e si giustifichi la scelta di produrre i pezzi partendo da materiale in barre o in polvere.
- In funzione del processo produttivo scelto, si descriva qualitativamente la composizione del materiale ritenuto più idoneo
- Si progetti il ciclo di trattamento ritenuto più adeguato e si determini il profilo di durezza dalla superficie a cuore.
- Si disegni il flow sheet per la costruzione degli impianti di trattamento termico e si esegua un dimensionamento di massima degli impianti principali.
- Si indichi la strumentazione da impiegare per garantire funzionalità ed un elevato grado di sicurezza degli impianti nonché per la salvaguardia ambientale.

Si assumano, qualora si ritengano necessarie, le seguenti relazioni:

$$p = 802,6 \frac{\sqrt{t}}{10^{\left(\frac{3720}{T}\right)}}$$

Con:

p = profondità in mm, t = tempo espresso in h, T = temperatura assoluta

profondità efficace = (2/3) p

$$D = D_0 e^{-\frac{Q}{RT}}$$

$D_0 = 0,26 \text{ cm}^2 / \text{s}$

$Q = 34500 \text{ cal/mol}$

$$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

C_s = concentrazione alla superficie

C_0 = concentrazione iniziale

C_x = concentrazione alla distanza x

Table 1—
Carbon-Hardness
Factors

Carbon, %	Maximum Hardness, R _c
0.10	38
0.11	39
0.12	40
0.13	40
0.14	41
0.15	41
0.16	42
0.17	42
0.18	43
0.19	44
<hr/>	
0.20	44
0.21	45
0.22	45
0.23	46
0.24	46
0.25	47
0.26	48
0.27	49
0.28	49
0.29	50
<hr/>	
0.30	50
0.31	51
0.32	51
0.33	52
0.34	53
0.35	53
0.36	54
0.37	55
0.38	55
0.39	56
<hr/>	
0.40	56
0.41	57
0.42	57
0.43	58
0.44	58
0.45	58
0.46	59
0.47	59
0.48	59
0.49	60
<hr/>	
0.50	60
0.51	60
0.52	61
0.53	61
0.54	61
0.55	61
0.56	61
0.57	62
0.58	62
0.59	62
0.60	62

Fig. 2: Relationship Between Carbon Content and Maximum Hardness. Usually attained in commercial hardening

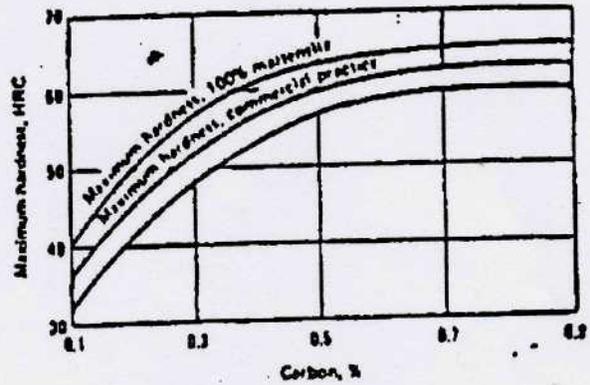


TABLE 1-1. The Error Function

x	$\text{erf}(x)$	x	$\text{erf}(x)$
0	0	0.85	0.7707
0.025	0.0282	0.90	0.7970
0.05	0.0564	0.95	0.8209
0.10	0.1125	1.0	0.8427
0.15	0.1660	1.1	0.8802
0.20	0.2227	1.2	0.9103
0.25	0.2703	1.3	0.9340
0.30	0.3280	1.4	0.9523
0.35	0.3794	1.5	0.9661
0.40	0.4284	1.6	0.9763
0.45	0.4755	1.7	0.9838
0.50	0.5205	1.8	0.9891
0.55	0.5633	1.9	0.9928
0.60	0.6039	2.0	0.9953
0.65	0.6420	2.2	0.9981
0.70	0.6778	2.4	0.9993
0.75	0.7112	2.6	0.9998
0.80	0.7421	2.8	0.9999

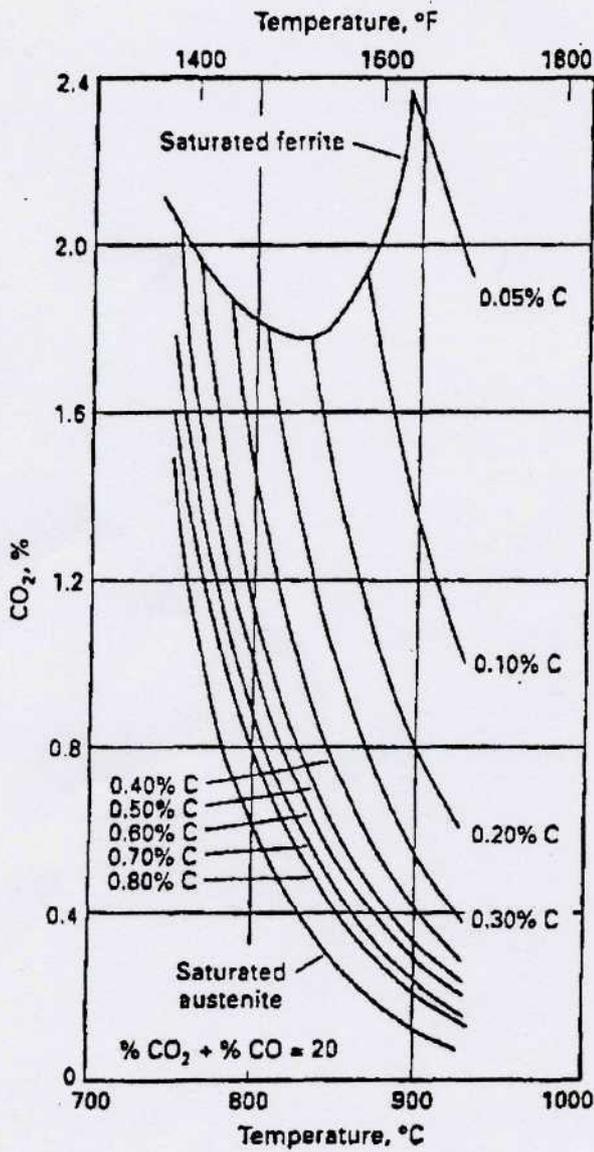
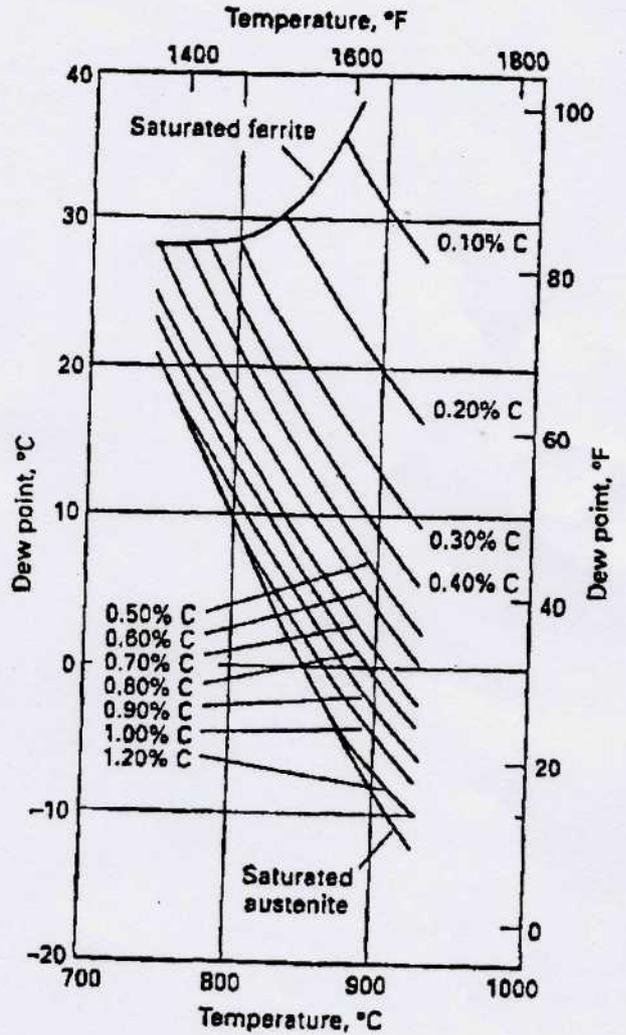


Fig 2 Temperature and percentage of carbon dioxide for equilibrium conditions with carbon steels of various carbon contents



$\% \text{H}_2 = 40$
 $\% \text{CO}_2 + \% \text{CO} = 20$
 $\% \text{H}_2\text{O} = K \times \% \text{H}_2 \times \frac{\% \text{CO}_2}{\% \text{CO}}$
 $\text{Dew point} = T - 459.6$
 $\% \text{H}_2\text{O} = 10^{0.0615 - \frac{497}{T}}$

Fig 4 Dew point for equilibrium conditions with carbon steel of various carbon concentrations