POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE - ANNO 1999

Ramo Ing. dei Materiali TEMA N. 1

Si devono produrre due serie di corone coniche, aventi diametro rispettivamente 52 ed 82 mm; la quantità da produrre è pari a 200.000 pezzi/anno per ogni serie.
I materiali a disposizione sono:
Acciaio tipo 39 NiCrMo 3 in barre.
Acciaio tipo C80 in barre
Acciaio tipo 20 NiCrMo 4 in barre
Polvere tipo Astaloy Mo, contenente 1,5% di molibdeno
Polvere con composizione: C=0,7%, Cu=2%, Mo=0,55%, Ni=1,8%, Fe resto
Polvere di ferro puro + fosforo 0,6%
Le corone dopo formatura vengono cementate, temprate e rinvenute.
Il candidato scelga i tipi di materiale ritenuti più idonei per la fabbricazione delle corone in oggetto e descriva i cicli di fabbricazione da seguire.
Premesso che la durezza richiesta alle corone per la loro messa in opera è: in superficie pari a 58 HRC ed alla profondità di 0,6 mm pari a 38 HRC, progetti i cicli di trattamento termico adeguati e determini il profilo di durezza dalla superficie a cuore.
Disegni inoltre il lay-out completo di tutti gli impianti necessari all'intero ciclo produttivo, discutendo con una breve relazione le scelte effettuate.

TABLE 17.3 HARDENABILITY MULTIPLYING FACTORS*

Per Cent	Carbon-Grain Size			Mn	Si	Ni	Cr	Mo
	#6	#7	#8					
0.05	0.0814	0.0750	0.0697	1.167	1.035	1.018	1.1080	1.15
0.10	0.1153	0.1065	0.0995	1.333	1.070	1.036	1.2160	1.30
0.15	0.1413	0.1315	0.1212	1.500	1.105	1.055	1.3240	1.45
0.20	0.1623	0.1509	0.1400	1.667	1.140	1.073	1.4320	1.60
0.25	0.1820	0.1678	0.1560	1.833	1.175	1.091	1.54	1.75
0.30	0.1991	0.1849	0.1700	2.000	1.210	1.109	1.6480	1.90
0.35	0.2154	0.2000	0.1842	2.167	1.245	1.128	1.7560	2.05
0.40	0.2300	0.2130	0.1976	2.333	1.280	1.146	1.8640	2.20
0.45	0.2440	0.2259	0.2090	2.500	1.315	1.164	1.9720	2.35
0.50	0.2580	0.2380	0.2200	2.667	1.350	1.182	2.0800	2.50
0.55	0.273	0.251	0.231	2.833	1.385	1.201	2.1880	2.65
0.60	0.284	0.262	0.241	3.000	1.420	1.219	2.2960	2.80
0.65	0.295	0.273	0.251	3.167	1.455	1.237	2.4040	2.95
0.70	0.306	0.283	0.260	3.333	1.490	1.255	2.5120	3.10
0.75	0.316	0.293	0.270	3.500	1.525	1.273	2.62	3.25
0.80	0.326	0.303	0.278	3.667	1.560	1.291	2.7280	3.40
0.85	0.336	0.312	0.287	3.833	1.595	1.309	2.8360	3.55
0.90	0.346	0.321	0.296	4.000	1.630	1.321	2.9440	3.70
0.95				4.167	1.665	1.345	3.0520	
1.00				4.333	1.700	1.364	3.1600	

* Abstracted from *U.S.S. Carilloy Steels*, U.S. Steel Corp., Pittsburgh, 1948

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

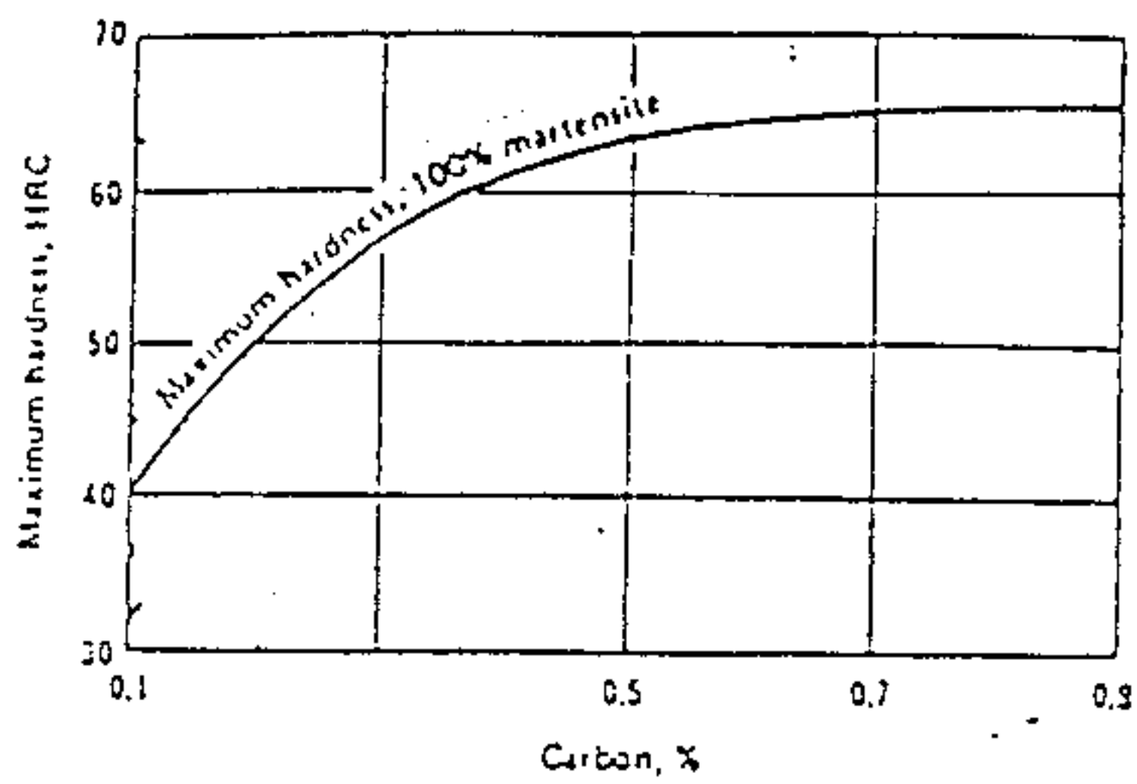

TABLE 9-1
DIFFUSION DATA

Solute	Solvent	D_0, cm²/sec	Q, cal/mole	$D_{100°C}$, cm²/sec	$D_{1000°C}$, cm²/sec	Reference*
1 C	fcc Fe	0.25	34,500	[$10^{-10.4}$]	$10^{-6.4}$	(1)
2 C	bcc Fe	0.2	20,100	$10^{-4.4}$	[$10^{-4.1}$]	(1)
3 N	bcc Fe	0.14	17,700	$10^{-4.8}$	[$10^{-3.9}$]	(2)
4 Fe	fcc Fe	0.58	67,900	[$10^{-20.0}$]	$10^{-12.3}$	(2)
5 Fe	bcc Fe	118	67,200	$10^{-16.9}$	[$10^{-9.4}$]	(1)
6 Ni	fcc Fe	0.5	66,000	[$10^{-16.9}$]	$10^{-11.7}$	(3)
7 Mn	fcc Fe	0.35	67,500	[$10^{-19.6}$]	$10^{-12.1}$	(3)
8 C	hcp Ti	5.06	43,500	$10^{-11.8}$	[$10^{-9.4}$]	(2)
9 Cu	Al	0.08	32,600	$10^{-10.3}$	$10^{-6.7}$M	(2)
10 Al	Cu	0.38	43,000	$10^{-13.6}$	$10^{-7.8}$	(2)
11 Cu	Cu	0.2	47,100	$10^{-14.9}$	$10^{-8.4}$	(1),(2)
12 Zn	Cu	0.34	45,600	$10^{-13.4}$	$10^{-8.3}$	(2)
13 Ag	Cu	0.012	35,600	$10^{-12.0}$	$10^{-8.0}$	(2)
14 Au	Cu	0.01	44,900	$10^{-14.6}$	$10^{-8.7}$	(2)
15 Ag	Au	0.024	37,000	$10^{-12.1}$	$10^{-8.0}$	(2)
16 Au	Ag	0.26	45,500	$10^{-12.4}$	$10^{-8.4}$M	(2)
17 Cu	Ag	1.23	46,100	$10^{-12.0}$	$10^{-7.4}$M	(2)
18 Zn	Ag	0.54	41,700	$10^{-12.1}$	$10^{-7.4}$M	(2)
19 Ag	Ag	0.39	45,900	$10^{-12.0}$	$10^{-7.9}$M	(1),(2)
20 Th	W	1.0	120,000	$10^{-33.9}$	$10^{-20.4}$	(2)

[ ] Metastable at indicated temperature.
M Calculated, although temperature is above the melting point.
* References: (1) P. G. Shewmon, *Diffusion in Solids*. New York: McGraw-Hill, 1963. (2) C. J. Smithells, *Metals Reference Book*, third edition. Washington, D. C.: Butterworths, 1962, pp. 583 ff. (3) A. G. Guy, *Physical Metallurgy for Engineers*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1962, p. 251.

TABLE 1-1. The Error Function

z	$\mathrm{erf}(z)$	z	$\mathrm{erf}(z)$
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	0.1680	1.1	0.8802
0.20	0.2227	1.2	0.9103
0.25	0.2763	1.3	0.9340
0.30	0.3286	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

SOURCE: The values of $\mathrm{erf}(z)$ to 15 places, in increments in z of 0.0001, can be found in the Mathematical Tables Project "Table of Probability Functions . . . ," vol. 1, Federal Works Agency, Works Projects Administration, New York, 1941. A discussion of the evaluation of $\mathrm{erf}(z)$, its derivatives and integrals, with a brief table is given by H. Carslaw and J. Jaeger, in Appendix II of "Conduction of Heat in Solids," Oxford University Press, Fair Lawn, N.J., 1959.