

NOTAS DE MATERIAIS - I 1ºSEMESTRE DE 2008
FACULDADE DE ENGENHARIA - DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA

N	APELIDO	NOME	T1	T2	T3	Média	OBSERVAÇÕES
1	Adade	Aisha Momade Anifo	16,2	2,9	5,8	8,2	Escluído
2	Alfredo	José	13,2	5,9	3,7	7,5	Escluído
3	Amade	Amândio Artur José	8,7	3,2	8,7	6,8	Escluído
4	Arame	Eduardo Fernando	13,5	8,5	5,4	9,0	Escluído
5	Artur	António Rico Raimundo	13,8	3,2	9,4	8,7	Escluído
6	Bacalhão	António Lemos	6,9	F		0,0	Escluído
7	Carimo	Mahomed Shaid Abdul	15,4	4,8	7,8	9,2	Escluído
8	Chaia	Celso Luís	12,8	4,8	6	7,8	Escluído
9	Chaicomio	Elcidio Stefane	14,1	7,8	4,8	8,8	Escluído
10	Chambalo	Borge Carlos	16,9	9,2	7,5	11,1	Admitido
11	Cháuque	Donaldo Mário Gustavo	14,6	7,0	10,7	10,7	Admitido
12	Chele	Jorge Gonçalves	6,9	4,9		3,9	Escluído
13	Cheuisse	Michaque Alberto da Silva	14,9	5,4	10	10,0	Admitido
14	Chicra	Genito Pasto Norberto	15,8	7,8	11,6	11,6	Admitido
15	Chinolane	Cremildo Alberto	14,9	4,9	6,4	8,7	Escluído
16	Chirindja	Joaquim	11,7	6,7	4	7,4	Escluído
17	Chongo	Elísio Muchisse	16,2	4,6	8,2	9,6	Admitido
18	Cumba	Aida Eugénio	14,5	11,7	11,5	12,4	Admitido
19	Cumpensar	Delelé Nabucodonosor	10,7	6,0		5,5	Escluído
20	De Nurmahomed	Abdul Satar	11,7	5,7	2,1	6,4	Escluído
21	Dengo	Isaías Adolfo	17,7	5,9	7	10,1	Admitido
22	Dias	Felisberto	10,3	1,8	3	5,0	Escluído
23	Eugénio	Nuno Miguel Rodrigues	12,4	11,6	12,4	12,0	Admitido
24	Fernando	Milagre Francisco Frederico	10,6	7,2	9	8,8	Escluído
25	Francisco	Santos de Abrantos	13,9	7,8	6,1	9,2	Escluído
26	Fumo	Oswaldo Alberto	12,8	8,4	9,6	10,2	Admitido
27	Fundamo	Gilberto Domingos	15,9	11,0	7,5	11,3	Admitido
28	Guiliche	Pascoal Nicolau	12,0	6,7	6,9	8,4	Escluído
29	Guiticuo	Amândio Pedro	8,9	7,1	10,7	8,8	Escluído
30	Honwana	Lopes Cremildo	13,9	9,5	3,7	9,0	Escluído
31	José	José Januário	9,7	7,7	10,6	9,3	Escluído
32	Júlio	Júdcio Domingos João	12,7	3,8	7,4	7,9	Escluído
33	Lee	Michael N. de H. S	5,8	F		0,0	Escluído
34	Lumbertuane	Horácio Albano	14,1	12,2	9,1	11,7	Admitido
35	Macave	Justino Rubens	11,7	9,8	8,5	9,9	Admitido
36	Machacule	Renato Salvador	14,2	5,6		6,5	Escluído
37	Machado	José Adérito	3,8	F		0,0	Escluído
38	Machave	Tânia Sara	13,2	4,3	7,6	8,3	Escluído
39	Macuácia	Salomão Jacinto	15,8	9,0	9,3	11,2	Admitido
40	Macupe	Delgénito Esmaldo	11,0	3,7	9,1	7,8	Escluído
41	Magombe	Adelino Sebastião	16,2	9,7	9,9	11,8	Admitido
42	Magenge	Brito Timóteo	12,5	7,9	9,4	9,9	Admitido
43	Maguengue	Mazaja Manuel	11,0	3,2	3,9	6,0	Escluído
44	Magumane	Marcolino Todinho Vicente	16,2	2,9	7,5	8,8	Escluído
45	Mahanjane	Adilson Michel Rogerio	14,1	8,9	8,5	10,4	Admitido
46	Mahumane	Santos David	11,3	6,1	6,7	7,9	Escluído
47	Manhique	Germano Júlio	9,2	3,8		4,3	Escluído

48	Manjoro	Pedro Manuel	11,8	6,5	9	9,0	Escluído
49	Mapossa	Baltazar Baptista	10,8	4,1	1,6	5,5	Escluído
50	Marengula	Arsénio Chadreque	15,8	2,9	3,6	7,3	Escluído
51	Massango	Valter Uve Alexandre	7,7	6,5		4,7	Escluído
52	Massango	Valentim Casimiro	15,8	4,4	6,6	8,9	Escluído
53	Massango	Nelson Feliciano	13,1	4,4	3,9	7,1	Escluído
54	Mathe	Delúvio Artur Malote Estevão	14,9	5,8	9,9	10,1	Admitido
55	Matenga	Marques João	7,6	3,5	4	5,0	Escluído
56	Matlava	António Tomás	12,0	10,2	7,6	9,8	Admitido
57	Matola	Swgano Albino Trinta	8,3	5,3	1,8	5,1	Escluído
58	Matsinhe	Hélio Fernando	14,6	7,0	5,5	9,0	Escluído
59	Maungue	Américo Júlio Prudêncio	16,3	7,3	7,6	10,3	Admitido
60	Mavambe	Francisco Alberto Paulo	12,0	5,0	2,8	6,5	Escluído
61	Mavile	Moises Samuel	16,2	7,9	8,8	10,9	Admitido
62	Mbombe	Tomás Jorge	11,0	7,8	5,4	8,0	Escluído
63	Menete	Énio Guirramda Lopes	9,9	3,3	8,8	7,2	Escluído
64	Mugabe	Helder Alberto	10,4	8,4	7,5	8,7	Escluído
65	Mula	Serafim José	4,8	1,7		2,2	Escluído
66	Mulémbwé	Evaste Jacinto Ivane	10,6	4,9	8,5	7,9	Escluído
67	Munambo	Zacarias Rosário	14,2	4,0	4	7,3	Escluído
68	Nhacubangane	Adão Henrique	9,6	3,1	11	7,8	Escluído
69	Nhamuave	Gabriel Alberto	5,6	2,1		2,5	Escluído
70	Nhalusse	Cremildo Ricardo	14,2	8,1	8,4	10,1	Admitido
71	Nhamirre	Dionísio Simão	17,5	7,3	8,4	10,9	Admitido
72	Nhamuhuco	Vieira Damião Eduardo	14,2	3,8	6,3	8,0	Escluído
73	Nhiuane	Cecília Stella Paulino	14,6	9,0	7,6	10,3	Admitido
74	Nota	Maibeque Manuel	17,0	11,0	6,3	11,3	Admitido
75	Ntaganda	Prosper	10,8	10,6	11,8	11,0	Admitido
76	Pagamento	Alfredo Mário dos Santos	11,3	8,0	7,5	8,8	Escluído
77	Panguene	Frenque Felisberto	16,3	6,3	7,6	10,0	Admitido
78	Pinho	Guift Cangremo	8,9	7,0	6,3	7,3	Escluído
79	Pinto	Ilídio Manuel	10,3	4,2		4,8	Escluído
80	Raposo	Kell Alboquerque	15,4	9,3	14,8	13,0	Admitido
81	Sauale	Armando Vicente	8,9	3,5	3,6	5,3	Escluído
82	Sidumo	Jacob João	12,3	2,8		5,0	Escluído
83	Silambo	Paulo Alberto Josué	16,5	3,3	6,7	8,7	Escluído
84	Simbine	Bento Mércio	9,3	9,4	7,5	8,6	Escluído
85	Soares	Hélio António	13,2	7,1	11,6	10,6	Admitido
86	Tinga	Celso Rafael	5,2	7,0	2,6	4,9	Escluído
87	Tlhemo	Casimiro Vicente	15,2	2,8	4,4	7,4	Escluído
88	Ulevaca	Celestino Jelane	16,9	9,8	6,8	11,1	Admitido
89	Xerinda	Elias Alvaro	13,1	5,2	4,5	7,5	Escluído
90	Zefanias	Eutálio Armando	15,4	7,2	6,3	9,5	Admitido

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UEM
TESTES DA DISCIPLINA MATERIAIS I
TESTE 1

DATA: 21/03/08 Regentes da disciplina: Dr. Eng. António Matos, Prof. Dr. Eng. Alexandre Kourbatov

1. Dar um exemplo e explicar o que é um material e um elemento polimórfico [1,7 valores ou 6 pontos]

Resposta:

Exemplo de um material: Ferro [P]. Material é substância de certa forma que tem massa [P] e ocupa espaço [P], através da qual é feito qualquer objecto [P]. Ferro é um elemento alotrópico [P]. A existência de um mesmo metal (substância) em diferentes formas cristalinas tem o nome de polimorfismo ou alotropia [P]

2. Diga três características distintivas de compostos, elementos químicos e misturas? [2,5 valores ou 9 pontos]

Resposta:

- •COMPOSTOS contêm átomos de alguns tipos diferentes [P]; os átomos dos elementos diferentes criam uma nova união molecular fixa [P]; a rede cristalina do composto é diferente das redes dos componentes [P]; têm proporção dos componentes bem determinada, composição fixa, distribuição dos átomos unificada; todas as moléculas dum composto são iguais; podem ter diferentes tipos de ligação entre átomos e moléculas (metálicas, covalentes, iônicas, Van-der-Vaalts); as propriedades do composto são bem diferentes das propriedades dos componentes; pode ser decomposto quimicamente nos seus elementos; existem mais de 2 milhões dos compostos;
 - •MISTURAS contem átomos de alguns tipos diferentes [P]; como componentes podem ser elementos e compostos químicos [P]; componentes não perdem sua identidade [P]; podem ter composição diversa de variedade ilimitada; podem ter diferentes propriedades em função da sua composição e estrutura; os componentes podem ser distribuídos no espaço uniformemente ou não; podem ter diferentes tipos de ligação entre átomos e moléculas (metálicas, covalentes, iônicas, Van-der-Vaalts); podem ser decompostos nos componentes por meios mecânicos / físicos (filtração, destilação, evaporação, por densidade, propriedades magnética, etc.); o número das misturas existentes é ilimitado.
 - ELEMENTOS QUIMICOS contêm átomos iguais / parecidos [P]; não podem ser decompostos quimicamente ou mecanicamente em substâncias simples [P]; têm ligações metálicas / covalentes entre os átomos [P]; propriedades dependem da sua estrutura; existem 109 elementos
3. Defina e dê dois exemplos das propriedades químicas, mecânicas e tecnológicas dos materiais. [2,5 valores ou 9 pontos] .

Resposta:

Propriedades químicas são as que caracterizam reacções entre materiais e resultados dessas reacções [P]. Exemplo: Oxidação [P] e Corrosão [P].

Propriedades mecânicas caracterizam a resistência do material à destruição sob acção de qualquer força [P]. Exemplo: dureza [P], resistência à tracção [P], compressão, torção, cisalhamento, fadiga, ao desgaste, etc.

Propriedades tecnológicas são as que caracterizam a facilidade ou dificuldade de tratamento do material, usando os métodos apropriados [P]. Ex. dificuldade ou facilidade de usinagem, de soldadura [P], fundição [P], etc.

4. Que propriedades, no geral, tem que ter o material numa peça (regra geral)? [2,3 valores ou 8 pontos]

Resposta:

Uma peça tem que ser fabricada do material que tem propriedades físicas [P], químicas [P], mecânicas [P] suficientes para garantir seu funcionamento seguro [P], para suportar todas as condições do seu funcionamento [P] e propriedades tecnológicas [P] e económicas [P] suficientes para garantir sua fabricação efectiva. [P]

5. Descrever as etapas de destruição dum material. [2,3 valores ou 8 pontos]

Resposta:

A deformação dos materiais provoca, num último estágio, a separação do material em diferentes partes, ocasionando assim a roptura. Pode-se destacar 4 etapas da destruição do material, nomeadamente:

1.- Criação de defeitos de deslocações (marginais e helicoidais) devido essencialmente às deformações plásticas e durante a solidificação [P]. Estes defeitos deslocam-se até um obstáculo (zona de fronteiras dos grãos, inclusões, riscos, bolhas) e aí se concentram levando ao aumento da tensão interna e à distorção da rede cristalina . [P]

2.- Nestas zonas de concentrações de tensões aparecem geralmente a seguir microfissuras [P] devido à rotura das ligações interatómicas (as tensões ligadas a distorção da rede são, neste caso, maiores que as tensões interatómicas) [P].

3.- As microfissuras funcionam como obstáculo, factor que acresce o seu desenvolvimento quando existir uma acumulação posterior de deslocações [P]. Há um crescimento desta microfissura que decorre por causa da acumulação dos defeitos [P].

4.- Quando as tensões na extremidade da fissura superam a resistência do material, a fissura ultrapassa o obstáculo e realiza-se a separação do material [P]. Há assim a destruição sem deformação plástica (no caso da rotura frágil) ou com uma deformação plástica do metal (no caso da rotura dúctil) [P].

6. Nomear os parâmetros que se podem extrair das propriedades mecânicas de carga estática do ensaio de tracção. [2,5 valores ou 10 pontos]

Resposta:

Tensão limite de rotura à tracção condicional - σ_r [P] e real - S_r [P], a tensão limite de escoamento - $\sigma_{e/02}$ [P], a tensão o limite de proporcionalidade - σ_{pr} [P], a tensão limite de elasticidade σ_{el} [P], as respectivas forças equivalentes - F_{max} , F_r , F_{esc} , F_{pr} , F_{el} [P] [P]. Ainda se pode calcular o alongamento específico - δ [P], a constrição específica - ψ [P] e o módulo de proporcionalidade - E [P].

7. Através do macroexame dos materiais que tipo de macrodefeitos poder-se-á descobrir ? [3,4 valores ou 12 pontos]

Resposta:

Poder-se-á descobrir heterogeneidades de metais e ligas [P], tais como tamanho de grão [P], linhas de fluxo [P], tipos de estruturas [P], variação de composição química [P], como regiões de segregação, carbonetos, sulfetos, inclusões [P], zonas carbonetadas e descarbonetadas [P], bem como a presença de vazios, porosidade [P], palhas, dobras, trincas externas e internas e fracturas [P]. Para além destes, na soldadura, pode-se verificar a profundidade de penetração do metal de adição [P], a definição da zona termicamente afectada e da zona fundida [P], além de poros e trincas [P].

8. De que dependem as dimensões de grãos durante solidificação? [2,8 valores ou 10 pontos]

Resposta:

O tamanho do grão é influenciada pela temperatura do metal líquido antes do vazamento [P], sua composição química [P], grau de resfriamento [P], velocidade de arrefecimento [P], utilização de modificadores [P], número de centros de cristalização [P], a presença de impurezas [P], temperatura [P] e área da lingoteira [P] e velocidade de vazamento [P].

TESTE 2

DATA: 30/04/08 Regentes da disciplina: Prof. Dr. Engº Alexandre Kourbatov e Dr. Eng. António Matos

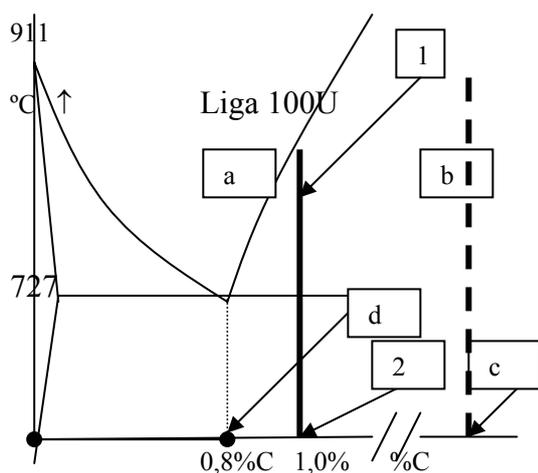
1. Descreva as transformações que ocorrem durante o arrefecimento lento do aço com 1% de carbono. Para este aço, à temperatura ambiente, diga que composição, quantidade de fases e microestrutura tem este aço?

Cotação: 7,5 valores ou 24 pontos

Resposta: Transformações durante o arrefecimento lento:

A composição do aço é de 1% de Carbono+99% de (Ferro + impurezas) [ponto]. À temperatura de $t_1 - \Delta t$ começa a solidificação, separação do liquido, dos cristais de Austenite [ponto], que é a solução sólida de inserção do carbono no ferro gama - $Fe_\gamma(C)$ [ponto]. A quantidade de fase austenítica vai aumentando (e diminuindo o liquido) à medida que nos aproximamos da linha JE, i.e., de t_2 . A temperatura de $t_2 - \Delta t$ termina o processo de solidificação e temos a estrutura de 100% da Austenite [ponto]. Abaixo da linha JE, i.e., temperatura de $t_2 - \Delta t$, temos apenas uma fase austenítica e até temperatura de $t_3 - \Delta t$ não se realizam as transformações estruturais [ponto], mas diminuí-se a energia livre dos átomos, a distância entre eles, aumenta-se a dureza e resistência do material [ponto]. Abaixo da linha SE, i.e., temperatura de $t_3 - \Delta t$, há a transformação de uma parte da Austenite (A) em Cementite secundária (Fe_3C), dada a diminuição da solubilidade do carbono no ferro gama [ponto]. A esta temperatura tem-se as fases de $A+Fe_3C_{II}$. [ponto].

A $t = 727^\circ C - \Delta t$ (abaixo da linha PSK) decorre a reacção eutectóide, o resto da Austenite transforma-se em mistura eutectóide da Ferrite e da Cementite [ponto], a qual se designa por Perlite, $A_S \rightarrow (F_p + Fe_3C_F) = P$ [ponto] e tem-se a estrutura da Perlite mais a Fe_3C secundária [ponto]. Abaixo de temperatura $t_4 - \Delta t$, da Ferrite na Perlite extrai-se a Cementite terciária, por sobresaturação do carbono na Ferrite [ponto]. À temperatura ambiente ($t=20^\circ C$) tem-se as estruturas de $P+Fe_3C_{III}$, onde $P = (F + Fe_3C_{III} + Fe_3C)$ [ponto] e termina o processo de extracção da cementite terciária (C_{III}) da Ferrite na Perlite. [ponto]



À temperatura ambiente de $20^\circ C$

Quantidades de fase

[ponto] [ponto] $Q_{\text{fase P (2)}} = 2c/dc = (6,67-1,0)/(6,67-0,8) = 96,5\%$ de P

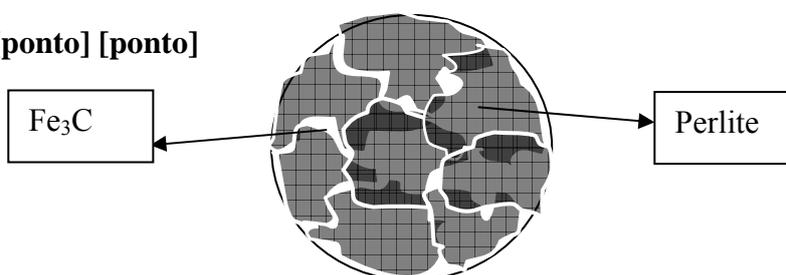
[ponto] $Q_{\text{fase CII+III (2)}} = d2/dc$ ou $1 - Q_{\text{fase P (2)}} = 4,5\%$ de C_{II+III}

Concentrações

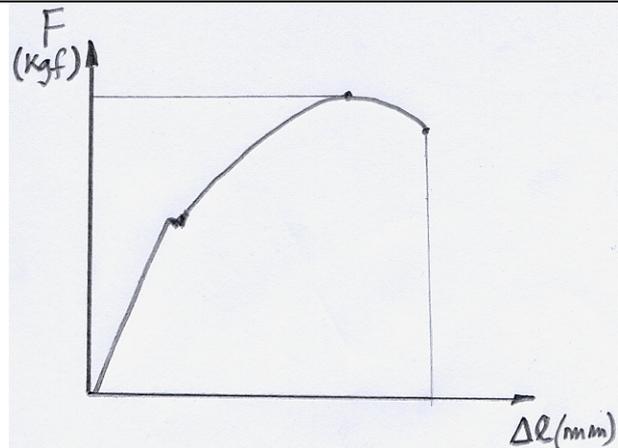
[ponto] [ponto] $C_p = 0,8\%C + 99,2\%(Fe + \text{impurezas})$

[ponto] [ponto] $C_{CII,III} = 6,67\%C + 93,33\%(Fe + \text{impurezas})$

Microestrutura [ponto] [ponto]



2. Determinar o limite de rotura convencional, o limite de rotura real, o limite de escoamento, constrição específica e o alongamento relativo do material com comprimento inicial de 100 mm, comprimento final de 114 mm, diâmetro inicial de 20 mm, diâmetro final de 18,2 mm, força máxima de 29400 Kgf cujo resultado do ensaio se apresenta na figura ao lado. Nota: Fórmulas em baixo
Cotação: 2,8 valores ou 9 pontos



Resposta:

Área inicial $A_0 = \pi d_0^2 / 4 = 3,14 \times (20)^2 / 4 = 314 \text{ mm}^2$ [ponto]

Área final $A = \pi d^2 / 4 = 3,14 \times (18,2)^2 / 4 = 260 \text{ mm}^2$ [ponto]

Limite de rotura convencional $= \sigma_r = F_{\max} / A_0 = 29400 \times 9,81 / 314 = 919 \text{ MPa}$ [ponto]

Limite de rotura real $S_r = F_r / A$; $F_r = Y_r \times F_{\max} / Y_{\max} = 33 \times 29400 / 38 = 25532 \text{ Kgf}$ [ponto];
então $S_r = 25532 \times 9,81 / 260 = 963 \text{ MPa}$ [ponto]

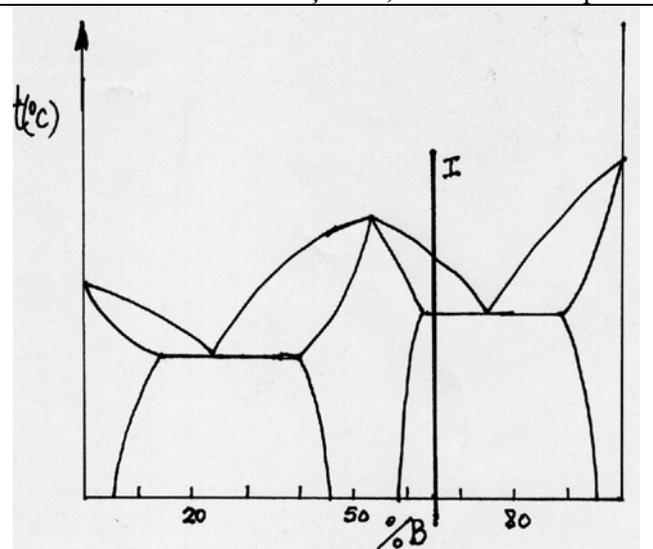
Limite de escoamento $\sigma_e = F_e / A_0$; $F_e = Y_e \times F_{\max} / Y_{\max} = 21 \times 29400 / 38 = 16247 \text{ kgf}$ [ponto];
então $\sigma_e = (16247 \times 9,81) / 314 = 508 \text{ MPa}$ [ponto]

Constrição específica $= \psi = 100 \cdot (A_0 - A) / A_0 = 100(314 - 260) / 314 = 17,2\%$ [ponto]

Alongamento relativo do material $\delta = ((114 - 100) / 100) \times 100 = 14\%$ [ponto]

Cotação: 2,8 valores ou 9 pontos

- 3.
- Explique o que entende da lei de Gibbs, incluindo as parcelas que compõem a sua própria estrutura de cálculo. (7 pontos)
 - Calcular a lei de Gibbs, para a liga I apresentada no diagrama de estado ao lado, as temperaturas desde do estado líquido até o estado sólido. (8 pontos)
 - Calcular as quantidades de fase e concentrações da liga I à temperatura ambiente. (8 pontos)
- Qual a composição da liga I? (2 pontos)



Resposta:

a) A **LEI de GIBBS** ou regra das fases evidencia matematicamente a relação dos factores que condicionam a existência das fases estáveis correspondentes às condições teóricas de equilíbrio. [ponto]

$C = K - f + 1$, [ponto] onde C – número de graus de liberdade do sistema, K - número de componentes, f - número de fases (Nota: convencionam-se que a pressão é constante no decorrer de todas as transformações no seio do metal) [ponto]

A concentração e a temperatura são, na equação da regra das fases, as variáveis independentes. [ponto]

Fase é uma zona homogênea e fisicamente distinta de um sistema, separada de outras porções (fases) do mesmo por meio da interfase, ultrapassada a qual, fica modificada bruscamente a composição química ou a estrutura da substância dada. Por conseguinte, um líquido homogêneo é o sistema monofásico, ao passo que uma mistura constituída por dois tipos de cristal é o sistema bifásico, visto cada um dos cristais diferir do outro pela sua composição química ou estrutura, estando ambos separados um dos outros por meio da interfase. [ponto]

Os **componentes** são os elementos químicos constituintes de um sistema. Daí que termos um metal puro é o termos um sistema de um só componente ($K=1$), sendo uma liga de dois metais o sistema binário e assim por diante. [ponto]

Por **número de graus de liberdade** (variância) do sistema compreende-se o número de factores externos e internos (temperatura, pressão – neste caso constante - e concentração) que podemos modificar dentro de certos limites sem que fique alterado o número de fases num sistema dado. Se $c=0$ (sistema monovariante) o sistema pode existir somente em condições absolutamente determinadas; a uma temperatura constante e a uma determinada composição das fases que se encontram em equilíbrio. [ponto]

b) Cálculos:

$CL = 2-1+1 = 2$ [ponto], Fases L [ponto]

$C12 = 2-2+1 = 1$ [ponto] Fases L+ γ [ponto]

$C22 = 2-3+1 = 0$ [ponto] Fases L + γ + β [ponto]

$C23 = 2-2+1 = 1$ [ponto] Fases γ + β [ponto]

c) As quantidades de fase, concentrações à temperatura ambiente segundo o diagrama

do estado equilibrado apresentado são as seguintes:

Temperatura ambiente de 20°C:

Fases presentes: $\gamma + \beta'' + (\gamma + \beta + \beta'' \rightarrow \gamma'')$ [ponto] [ponto]

$Q_{\beta''+\beta} = (65-58)/(95-58) \times 100 = \text{aprox. } 19\%$ sendo que $Q_{\gamma+\gamma''} = 1 - q_{\beta'} = 81\%$ [ponto] [ponto] [ponto]

$C_{\beta \text{ e } \beta''} = 95\%B + 5\% A$ e $C_{\gamma+\gamma''} = 58\%B + 42\% A$ [ponto] [ponto] [ponto]

d) Composição da liga é de **65% B + 35% A** [ponto] [ponto]

Cotação: 7,8 valores ou 25 pontos

4. Explique o que entende por eutética, peritética e eutectóide e apresente as suas reacções.

Cotação: 1,9 valores ou 6 pontos

Resposta:

O processo eutética é o processo de solidificação, transformação do líquido simultaneamente em dois ou mais tipos dos cristais (sólidos) que se realiza a uma temperatura constante. A eutética é uma mistura constituída por dois (ou mais) tipos de cristal (sólidos) criados simultaneamente do líquido a uma temperatura constante. [ponto]

$L \rightarrow \text{Sólido 1} + \text{Sólido 2}$, p. ex.: $L \rightarrow A + B$; $L \rightarrow \alpha + \beta$; $L \rightarrow A + Fe_3C$, etc. [ponto]

A reação peritética é uma reação entre líquido e um tipo do cristal no resultado de que aparece outro tipo do cristal e que se realiza a uma temperatura constante. **[ponto]**

$L + \text{Sólido 1} \rightarrow \text{Sólido 2}$, p. ex.: $L + \alpha \rightarrow \beta$ ou $L + \delta F \rightarrow A$ **[ponto]**

O processo eutectóide é um processo de transformação dum tipo do sólido (cristal) para dois ou mais outros tipos dos sólidos (cristais). A eutectóide é uma mistura de dois ou mais tipos dos cristais criados de um outro tipo do cristal a uma temperatura constante. **[ponto]**

$\text{Sólido 1} \rightarrow \text{Sólido 2} + \text{Sólido 3}$, p. ex.: $\gamma \rightarrow \alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ou $A \rightarrow F + \text{Fe}_3\text{C}$ **[ponto]**

Total de pontos : 64

1 ponto = 0,312 valores

A . Kourbatov e António Matos
30 de Maio de 2008

Relações e propriedades mecânicas

$\text{HB} \approx (9,3 \div 11,5) \text{ HRC}$; $\sigma_r \approx (3,25 \div 3,5) \text{ HB}$; $\sigma_c \approx \sigma_r$ (m.plast); $\sigma_c \approx (3 \div 4) \sigma_r$ (m.fragis); $\sigma_f \approx 1,25 \sigma_r$ (p/aços);

$\sigma_f \approx 2 \sigma_r$ (p/FF); $\tau_t \approx 0,5 \sigma_r$; $\sigma_{\text{esm}} = 0,8 \sigma_r$; $\tau_c \approx 0,8 \sigma_r$; $\sigma_{\text{-1tr}} \approx 0,35 \sigma_r$; $\sigma_{\text{-1f}} \approx 0,35 \sigma_r + 120$; $\tau_{\text{-1t}} = 0,25 \sigma_r$;

$\text{KU} \approx 0,5 \sigma_{02} \delta$; $\sigma_{02} \approx (0,5 \div 0,6) \sigma_r$ (lam. quente e recoz); $\sigma_{02} \approx (0,6 \div 0,7) \sigma_r$ (têmp e reveni alto);

$\sigma_{02} \approx (0,7 \div 0,8) \sigma_r$ (têmpera e reveni baixo); $\sigma_{02} \approx (0,8 \div 0,9) \sigma_r$ (têmp e rev. médio);

$[\sigma_r] \approx \sigma_{r/02} (\text{frag}) / (\text{plast}) / K_s$; $K_s = 1,5 \cdot 2,5$ (4 - cargas dinâmicas);

$\sigma_r = F_{\text{max}} / A_0$; $\sigma_{e/02} = F_c / A_0$; $S_r = F_r / A$; $\delta = 100 (L_{\text{max}} - L_0) / L_0$; $\psi = 100 (A_0 - A) / A_0$

TESTE 3

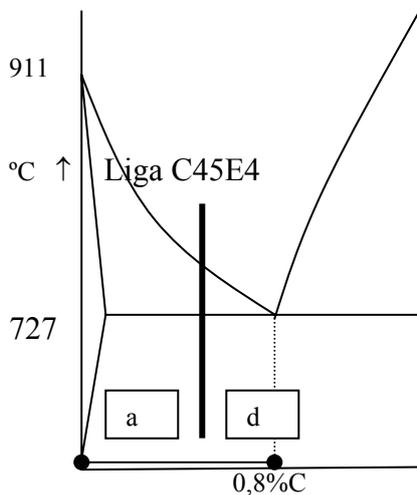
DATA: 30/05/08 Regentes da disciplina: Prof. Dr. Engº Alexandre Kourbatov e Dr. Eng. António Matos

1. Diga qual a composição química do aço C45E4 e descreva o tipo de aço. Explique que transformação ocorre durante o arrefecimento lento e que composição / quantidade de fases tem o aço C45E4 à temperatura de 850°C e à temperatura ambiente?

Cotação: 2,4 valores ou 8 pontos

Resposta:

O aço C45E4 tem 0,45%C+ impurezas (0,6% Mn+ 0,3%Si+ P e S 0,04%) + Fe (resto) **[ponto]**. Trata-se de um aço de qualidade elevada sem liga de médio teor de carbono fabricado no forno eléctrico **[ponto]**. Dado que o aço C45E4 tem 0,45% de carbono, à temperatura de 850°C tem-se 100% de Austenite (A) não existindo qualquer alteração até à temperatura de 790°C - Δt **[ponto]**. À temperatura ambiente ($t=20^\circ\text{C}$) tem-se “a”/”d”= $(0,45-0,02)/(0,8-0,02)= 55\%$ da estrutura de Perlite (P) $[A \rightarrow P]$ **[ponto]** e 45% de Ferrite **[ponto]**. .



À temperatura de 850°C

$$C_A = 0,8\%C + \text{Fe (resto)} + \text{impurezas} \quad \mathbf{[ponto]}$$

À temperatura ambiente ($t=20^\circ\text{C}$)

$$C_P = 0,8\%C + \text{Fe (resto)} + \text{impurezas} \quad \mathbf{[ponto]}$$

$$C_F = 0,006\%C + \text{Fe (resto)} + \text{impurezas} \quad \mathbf{[ponto]}$$

2. Determinar a temperatura A_{3L} do aço 36NiCrMo12-4. Cotação: 3 valores ou 10 pontos

Resposta:

Através da fórmula $A_{3L} = A_3 + \sum \Delta A_{iL} + 230 \sum \Delta C_s$ pode-se determinar a temperatura A_{3L} do aço de liga pobre 36NiCrMo12-4. Este aço tem a seguinte composição:

Carbono $\approx 0,36\%$; Níquel $\approx 3\%$, **[ponto]** Crómio $\approx 1\%$, Molibdénio $\approx 0,3\%$ **[ponto]**

Usando o diagrama de estado Fe-Fe₃C e o diagrama de influência dos elementos de liga, temos:

$$A_{3L} = 815 + (20\text{Cr} - 35\text{Ni} + 20 \text{Mo}) + 230 (-0,05\text{Cr} - 0,08 \text{Ni} - 0,09 \text{Mo}) \approx 769,4^\circ\text{C}$$

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto] [ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

3. Indicar o valor do limite de flexão admissível, do aço C60Si8 depois de laminagem a quente. Cotação: 3,2.valores ou 11 pontos

Resposta:

O aço C60Si8 tem os seguintes teores de elementos de liga:

teor de carbono de 0,6%.; teor de Silício de $\approx 2\%$; **[ponto]**.

O limite de roptura do aço com 0,6%C no estado laminado, sem elementos de liga é o seguinte: $R_m = \sigma_r \approx 820 \text{ MPa}$ **[ponto]**

O limite de roptura do aço C60Si8 no estado laminado é o seguinte:

$$\sigma_{rCL} = \sigma_{rSL} + \Sigma \Delta \sigma_{rCL} \text{ [ponto]} \quad \sigma_{rCL} = 820 + (160Si) = 980 \text{ MPa [ponto][ponto]}$$

Assim, o limite de flexão admissível será em função do limite de roptura admissível. Assim, o limite de roptura admissível deste aço é de $[R_m] = R_e / KS$ **[ponto]**, i.e., $KS = [1,5 \text{ a } 2,5 (4)]$ **[ponto]**, donde $R_e = 0,5 \times R_m$ **[ponto]** e, portanto, $[R_m] = 0,5 \times 980 / 2 = 245 \text{ Mpa}$ **[ponto]**. O limite de flexão admissível $[R_f] = 1,25 \cdot R_m$ **[ponto]**, daí que $[R_f] = 1,25 \cdot 245 = 306 \text{ Mpa}$ **[ponto]**.

4. Indicar dois tipos de materiais ferrosos cada (**Atenção:** Deve ser designada apenas a norma ISO) para se produzirem: Cotação: 6 valores ou 20 pontos

- Cabeçote de máquinas ferramentas, de responsabilidade alta que aguentam cargas cíclicas;
- Rolos de laminadores que extraem sumo de cana na industria açucareira;
- Tubos de escape de automóveis;
- Faca de cozinha doméstica;
- Parafusos, porcas de responsabilidade pequena e média que se fabricam nas máquinas ferramentas automáticas.

Resposta:

- Cabeçote de máquinas ferramentas, de responsabilidade alta que aguentam cargas cíclicas;

GGG400-15, GGG500-7, GGG600-3, GGG800-2

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

- Rolos de laminadores que trabalham na industria açucareira;

GGG500-7, GGG600-3, GGG800-2

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

- tubos de escape de automóveis;

X10CrMnTi14-14, X08CrNiTi18-10, 12CrMo4, 12CrMoV4, 12CrWV5

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

- Faca de cozinha doméstica

90CrSi4, C60, C70, 60Si8, C80U, 70Si12, X40Cr13, X30Cr13

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

- Parafusos, porcas de responsabilidade pequena e média que se fabricam nas máquinas ferramentas automáticas

12S20; 20S20; 30S20; 40SMn20

[ponto] [ponto] [ponto] [ponto]

5. Defina o tipo de material GG300 as condições de trabalho (nível de carga, choques, resistência, alongamento, meio de funcionamento, temperatura máxima de funcionamento ao rubro e temperatura de oxidação, responsabilidade) e exemplos de uso.

Cotação: 3 valores ou 10 pontos

Resposta:

Material GG300;

GG300 é um ferro fundido cinzento [ponto], Cargas altas de compressão, baixas de tracção e médias de flexão [ponto], choques pequenos a médios [ponto], temperatura máxima com carga (resistência ao rubro) de 150°C [ponto] e sem carga (temperatura de oxidação) até 300° C [ponto], resistência baixa [ponto], elasticidade muito baixa [ponto], meio agressivo reduzido [ponto], responsabilidade elevada [ponto]. Exemplos de uso: É utilizado na fabricação de cilindros, tampas de máquinas a vapor, pequenas cambotas, válvulas, cames de distribuição, engrenagens, rodas estreladas, tambores de freio, luvas, discos de embraiagem, aros de pistão, barramentos de tesouras, prensas, máquina de ferramentas múltiplas. [ponto],

6. Defina o tipo de material e diga que propriedades de fundição, tratamento sob pressão, responsabilidade, soldadura, temperatura máxima e mínima e tratamento térmico têm aço 09Mn8?

Cotação: 2,4 valores ou 8 pontos

Resposta:

09Mn8 é um aço de construção com liga pobre [ponto], tem satisfatórias propriedades de fundição [ponto], deforma-se profundamente a frio [ponto], de alta responsabilidade [ponto], solda-se bem mas há probabilidade de fendas quentes [ponto], temperatura máxima com carga (ao rubro) de 200°C e sem carga (oxidação) 400°C [ponto] e mínima de $-70_C - 30_{Mn} = -100^\circ\text{C}$ [ponto] e não pega a temperabilidade, podendo ser realizada a cementação. [ponto].

Total de pontos: 67

1 ponto \approx 0,298 valores

BOM TRABALHO

Professor Alexandre Kourbatov e António Matos

30.05.08