

Testes e Exames de Materiais 1

Teste 1. 2003

1. Descrever o que é uma mistura, uma liga, que componentes, tipos da sua distribuição, sua proporção, estados físicos, nível de utilização.
2. Apresentar a estrutura atômica do estanho (número de prótons, neutrões, electrões, distribuição dos electrões pelas camadas).
3. Apresentar a classificação dada dos materiais metálicos coloridos.
4. Apresentar a curva de arrefecimento do ferro com indicação das temperaturas e tipos de transformações e redes cristalinas.
5. Descrever a sequência de determinação da resistência de escoamento condicional através do ensaio a tracção/ruptura (apresentar o esquema de ensaio, amostras antes e depois de ensaio com dimensões principais, diagrama de variação da força $F = f(\Delta l)$, a sequência das acções e formulas de cálculo).

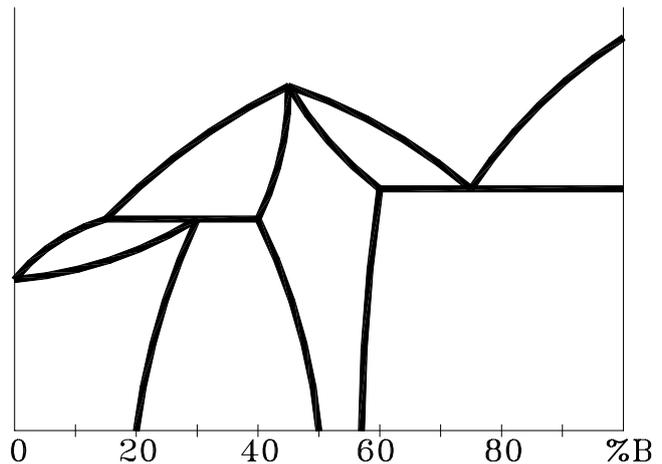
Prof. Dr.

Alexandre Kourbatov

18.09.03

Teste 2. 2003

1. Descrever as propriedades principais de fundição dos materiais, sua essência e influência na qualidade das peças fundidas.
2. Indicar para diagrama apresentada a direita: a) fases nas diferentes zonas; b) transformações da liga de 25% de B e 75% de A durante o arrefecimento com indicação do tipo de transformação, composição, quantidade das fases e microestrutura no início e no fim de cada transformação.



Prof. Dr.

A. Kourbatov

23.10.03

Teste 3 Materiais 1

1. Descrever as transformações estruturais do aço C50E4 indicando as temperaturas do início e do fim de transformação, tipo de transformação, fases, sua composição e quantidade, microestrutura depois de cada transformação.
2. Descrever o destino do alto-forno, que componentes se carregam-no e como eles se preparam.
3. Para o aço 38NiCrMo12-4 apresentar: a) composição química completa; b) designação GOST; c) resistência a tracção e alongamento relativo no estado laminado a quente (através dos diagramas); d) propriedades tecnológicas (de fundição, tratamento sob pressão, soldadura, usinagem, tratamento térmico) **com argumentação**; e) campo e exemplos de uso.
4. Indicar os materiais **em ISO** que podem ser usados para fabricação: a) veios com diâmetro até 100 mm dum mecanismo responsável que trabalha com grandes cargas, choques e atrito; b) corpo dum navio grande; c) corpo dum motor potente de combustão interna.

Prof. Doutor

Alexandre Kourbatov

4.12.03

Exame Normal

2003

Dar as respostas curtas para seguintes questões:

1. Apresentar as fórmulas de cálculo da força de elasticidade e da escala da força através da curva de ensaio a tracção.
2. Apresentar o esquema de ensaio da resistência a fadiga e a fórmula de cálculo da resistência a fadiga através da resistência a ruptura.
3. Indicar os tipos dos materiais ferrosos que têm boa soldabilidade e explicar por que.
4. Indicar os tipos dos materiais ferrosos que se usinam bem e explicar por que.
5. Avaliar e argumentar as propriedades de tratamento sob pressão do material C40M2.
6. Avaliar e argumentar as propriedades de fundição do material ВСТ1кп.
7. Indicar o processo que ocorre durante arrefecimento lento e que composição têm fases do material 14Mn8 com temperatura $t^0 = t_2 - \Delta t$.
8. Indicar o processo que ocorre durante arrefecimento lento (em pormenores) e que quantidade têm fases da Ferrite separada e da Perlite do material 60U com temperatura $t^0 = t_4 - \Delta t$.
9. Apresentar a microestrutura do material 120U depois de arrefecimento lento até temperatura do meio ambiente.
10. Indicar 2 marcas (designações de ISO e GOST) dos materiais ferrosos que são mais usados para fazer porcas e parafusos de responsabilidade média.
11. Indicar a marca de ISO e GOST dum material ferroso de que podem ser feitas pás duma turbina que trabalham com temperatura 600°C .

12. Indicar 2 marcas de ISO e GOST dos materiais ferrosos que pode ser usado para fazer um barramento numa máquina-ferramenta de potência média.
13. Para que peças é mais usado o material HS 6-5-2 e que composição ele tem.
14. Que teor de carbono e dureza HRC tem camada superficial e que resistência a ruptura tem material 18CrMnTi4 depois de cementação, têmpera e revenimento baixo.
15. Que propriedades mecânicas (HRC, R_m e A) tem o material 40CrNiMo4 depois de têmpera e revenimento alto (600^0).

Prof. Doutor

Alexandre Kourbatov

5.01.04

Exame de Recorrência**Materiais 1****2003****Dar as respostas curtas para seguintes questões:**

1. Apresentar o esquema de ensaio da dureza Rockwell, indicar as condições de carregamento numa amostra e determinar a dureza HB dum aço quando HRC = 45.
2. O que é e como se determina (tipo de ensaio e fórmula principal) a ductilidade dum material?
3. Que propriedades tem que ter material para garantir boa usinabilidade?
4. Que materiais ferrosos têm boa temperabilidade e por que?
5. Que propriedades de fundição tem material GG 300 com 3,5% de C e por que?
6. Que propriedades de soldadura tem material KCT6cn e por que?
7. Apresentar a curva de arrefecimento do aço C20 com indicação das temperaturas em pontos críticos.
8. Que transformação ocorre durante um arrefecimento lento e que composição tem fases dum ferro fundido cinzento com 3,5% de C e temperatura de 900^0C ?
9. Que transformação ocorre durante um arrefecimento lento e que quantidade tem fases do aço C25E4 com temperatura de 750^0C ?
10. Transformar a designação GOST do aço BC Γ 3cn para ISO e indicar o campo e condições do seu uso.
11. Indicar a designação GOST e ISO do material de que podem ser feitos os tubos numa caldeira a vapor.
12. Indicar a designação GOST e ISO do material de que pode ser feito um corpo com espessura de paredes cerca de 40 mm que trabalham com tensões a flexão até 600 MPa, com choques e atrito pequenos, temperaturas de -60^0 a 60^0C .
13. Indicar a designação GOST e ISO do material de que podem ser feitas molas dum mecanismo de responsabilidade média que trabalham nos meios de agressividade média.
14. Indicar a designação GOST e ISO do material de que podem ser feitas as polias grandes numa máquina potente.

15. Determinar as propriedades mecânicas (R_m , HB e A) que pode ter aço 25MnSi8-4 depois de laminagem a quente.

Prof. Doutor

Alexandre Kourbatov

13.01.04

Exame Normal. Materiais I 2007

1. Apresentar a classificação dos aços pelo: a) qualidade; b) grau de desoxidação; c) microestrutura. Indicar os parâmetros característicos destas classificações. 11 p.
2. Indicar o tipo de material, a sua composição, as fases (sua quantidade e designação) e apresentar a microestrutura a temperatura de 20⁰C dos materiais seguintes:
a) C60M2; b) GGG400. 12 p.
3. Descrever o objectivo e próprio ensaio a fadiga por flexão, apresentar o esquema e diagrama deste ensaio. 14 p.
4. Apresentar a curva de arrefecimento e descrever as transformações que ocorrem durante arrefecimento lento e fases do material C30. 12 p.
5. Indicar o tipo de material, a sua composição e descrever com argumentação o campo (condições) de uso do material 12CrMo4 (nível de carga, choques, atrito, temperatura mínima e máxima de trabalho, meio de trabalho, responsabilidade das peças). 12 p.
6. Indicar o tipo de material, a sua composição e avaliar as propriedades tecnológicas do material 40CrMo4 através dos níveis das suas propriedades. 19 p.
7. Escolher um material que melhor serve para fabricação das peças seguintes: a) corpo duma bomba de sumo frutífero; b) parafuso que trabalha com cargas grandes a temperatura de 500⁰C; c) molde metálica para fundição dos plásticos; d) rolamento que trabalha no meio de agressividade média. 12 p.

Duração do exame – 2 h.

Bom trabalho!Prof. Doutor
Doutor Eng.^oAlexandre Kourbatov
António Matos

21.06.07

Respostas do Exame Normal de Materiais I

1. Classificação dos aços

11 p.

A. Pela qualidade os aços dividem-se em: a) aços ordinários – com S e P até 0,05 / 0,06%;* b) aços de qualidade – com S e P até 0,035 / 0,045%;* c) aços de alta qualidade – com S e P até 0,03% * e d) aços de qualidade extremamente alta – com S e P até 0,02%.*

B. Pelo grau de desoxidação os aços dividem-se em: a) aços efervescentes – desoxidados só com FeMn;* b) aços semicalmos – desoxidados com FeMn e FeSi;* d) aços calmos – desoxidados com FeMn, FeSi e Al.*

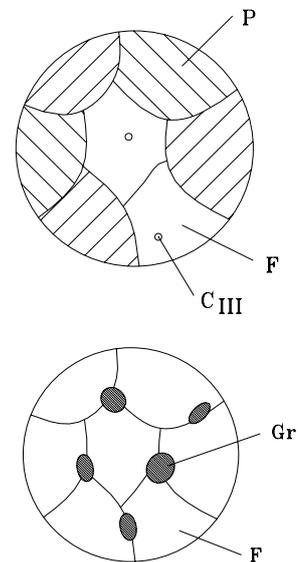
C. Pela microestrutura os aços dividem-se em: a) aços hipoeutectóides – com teor de carbono menor do ponto S do diagrama do estado da liga (tem fases Ferrite + Perlite + Cementite terciária).* Para aços sem liga o teor do carbono do ponto S é igual a 0,8%, para aços com liga o teor do carbono do ponto S diminui-se;* b) aços eutectóides – com teor de carbono igual ao do ponto S do diagrama do estado da liga (tem fases da Perlite);* c) aços hipereutectóides - com teor de carbono maior do ponto S do diagrama do estado da liga (tem fases da Perlite e Cementite secundária).*

2. Tipo, fases e microestrutura dos materiais

12 p.

a) O material C60M2 é o aço de construção, de qualidade, sem liga*, com 0,6% de C, hipoeutectóide, produzido no forno Martin - Siemens.* A temperatura de 20°C tem três fases – Ferrite, Perlite e Cementite terciária.* Ferrite designa-se F, α ou $Fe_{\alpha}(C)$ - solução sólida do carbono no Fe_{α} .* Perlite designa-se P – mistura mecânica da Ferrite e Cementite (Fe_3C).
 A quantidade da fase da perlite $Q_P = 100 \cdot (0,6 - 0,006) / (0,8 - 0,006) = 74,81\%$.
 A quantidade da fase da Cementite terciária $Q_{CIII} = 100 \cdot (0,02 - 0,006) / (6,69 - 0,006) = 0,21\%$.
 A quantidade da fase da Ferrite $Q_F = 100 - 74,81 - 0,21 = 24,98\%$.
 Microestrutura *

b) O material GGG400 é um ferro fundido esferoidal com base metálica ferrítica (pois tem pequena resistência),* tem fases da Ferrite + Grafite esferoidal.* Microestrutura *



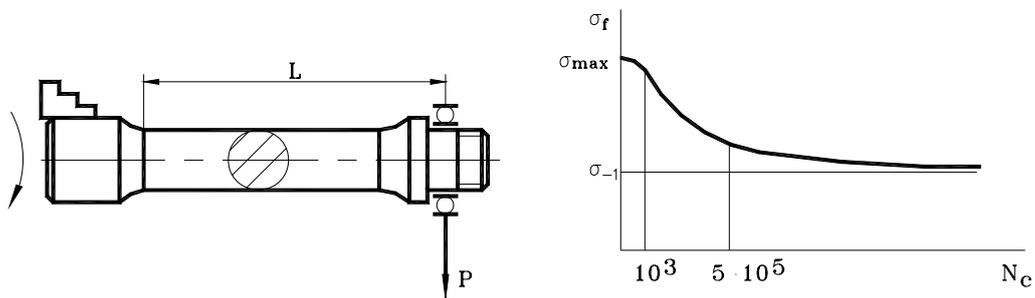
3. Ensaio a fadiga por flexão

14 p.

O ensaio a fadiga por flexão realiza-se para determinar a resistência a fadiga do material no caso de aplicação das cargas de flexão cíclicas.* O ensaio realiza-se com algumas amostras (geralmente ≥ 10) com diferentes cargas,* começado numa carga máxima que dá a destruição rápida (carga que dá tensões próximas às tensões limites de ruptura)* até uma carga mínima que não destrói a amostra durante um período longo (aquele número dos ciclos até destruição $N_c = 10^7$ para aços e 10^8 para materiais coloridos).*

As amostras geralmente têm a forma de revolução (veja figura abaixo), o cilindro 1 serve para aperto na máquina, o cilindro 2 – é de trabalho, deve ser bem liso, sem riscos e com grandes raios de transição, o cilindro 3 - onde se aplica a carga.* Depois de instalar a amostra na máquina e carregá-la com um peso, liga-se a rotação da amostra com uma frequência dada ($n = 3000 / 6000$ rpm) e regista-se o número das voltas (ciclos) que amostra faz até sua destruição.* Assim ensaiam-se algumas amostras com cargas diferentes. Com base dos números dos ciclos até destruição e valores das tensões correspondentes que levaram a destruição constrói-se a curva $\sigma_f - N_c$.
 Sobre o limite de resistência a fadiga compreende-se a tensão $\sigma_{-1} = P \cdot L / W$ que não destrói as amostras durante um número dos ciclos dados (W é

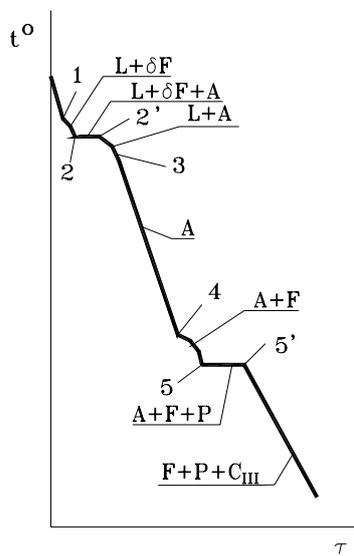
momento de resistência da secção transversal da amostra).* A carga cíclica pode ser simétrica e assimétrica, pode-se realizar os ensaios às diferentes temperaturas, com variação da frequência de rotação, nos meios e com concentradores de tensões diferentes.**



4 p.

Esquema de ensaio e diagrama dos resultados de ensaio

4. Transformações do aço C30 (0,3% de C). Curva de arrefecimento 12 p.



*** Na faixa de temperaturas de $t_1 = 1520^\circ - \Delta t$ até $t_2 = 1499^\circ \text{C}$ cristaliza-se uma parte do líquido L, aparecem cristais sólidos da δ Ferrite: $L \rightarrow \delta F$ * (δF ou $\text{Fe}_\delta(\text{C})$ - solução sólida do carbono no Fe_δ).*

À temperatura $t_2 - \Delta t$ realiza-se o processo peritético, uma parte do líquido reage com todos os cristais da δ Ferrite e transforma-se em Austenite: $L + \delta F \rightarrow A$ * (A ou γ , ou $\text{Fe}_\gamma(\text{C})$ - solução sólida do carbono no Fe_γ).*

Na faixa de temperaturas de $t_2 - \Delta t = 1470^\circ \text{C}$ cristaliza-se resta parte do líquido, aparecem cristais da Austenite: $L \rightarrow A$. O material torna-se no estado agregado sólido.*

Na faixa de temperaturas de t_3 até $t_4 = 820^\circ \text{C}$ não ocorrem as transformações estruturais mas diminui-se a energia livre dos átomos, distâncias entre átomos, o volume

do material.* Na faixa de temperaturas de $t_4 - \Delta t$ até $t_5 = 727^\circ \text{C}$ ocorre transformação alotrópica duma parte da Austenite para Ferrite: $A \rightarrow F$ *

À temperatura $t_5 - \Delta t$ ocorre o processo Eutectóide, a resta parte da Austenite transforma-se para Perlite: $A \rightarrow P$; $P = (F + C)$. *

Na faixa de temperaturas de $t_5 - \Delta t$ até temperatura do meio ambiente da Ferrite sai uma parte do Carbono por causa da diminuição da solubilidade do Carbono na Ferrite e cria-se a Cementite terciária ($\text{Fe}_3\text{C}_{III}$): $F \rightarrow \text{C}_{III}$.*

5. Campo de uso do material 12CrMo4 12 p.

O material 12CrMo4 é o aço de construção, termoresistente, de qualidade, de baixo teor de carbono, hipoeutectóide, de liga pobre,* contem cerca de 0,12% de C, 1% de Cr e 0,3% de Mo resto Fe e impurezas.* Utiliza-se para peças responsáveis que trabalham com cargas baixas (tem baixa resistência mecânica);* com choques até grandes (é bem plástico, dúctil);* sem cementação e tratamento térmico pode trabalhar sem atrito ou com atrito muito pequeno (tem baixa dureza),* depois de cementação, têmpera e revenimento baixo pode trabalhar com atrito até grande (terá dureza muito alta).* A temperatura mínima (de fragilidade a frio):

$$T_{50} = -70_C \text{ } ^\circ\text{C} *$$

A temperatura máxima de trabalho com carga - resistência ao rubro $R_{\text{rubro}} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ * e a temperatura de oxidação $T_{\text{oxid}} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ * (Cr e Mo aumentam temperaturas máximas de trabalho mas tem pequena quantidade). *

As peças do aço 12CrMo4 podem trabalhar no meio não agressivo sem cobertura (no meio seco, no meio ambiente fechado)* e com cobertura anticorrosiva (com tinta, zincagem, cromagem, etc.) podem trabalhar no meio de pequena agressividade.*

6. As propriedades tecnológicas do material 40CrMo4

19 p.

O material 40CrMo4 é o aço de construção de qualidade, de médio teor de carbono, temperável, hipoeutectóide, de liga pobre,* contem cerca de 0,4% de C, 1% de Cr e 0,3% de Mo, resto Fe e impurezas.* Este aço tem propriedades satisfatórias de fundição,* pois tem fluidez satisfatória, elevada temperatura de fusão e coeficiente de contracção * e reduzida diferença de temperaturas de início e fim de solidificação (bom para extracção dos gases).*

O aço pode ser deformado ligeiramente a frio (só quinagem *– pois tem médio alongamento relativo) * e deformado profundamente a quente, no estado da estrutura da Austenite, à temperatura $t^0 > A_{3L}$. *

O aço tem a soldabilidade satisfatória, precisa as condições especiais de tratamento* pois tem médio teor de carbono e pequena quantidade dos elementos cromo equivalentes. *

A usinabilidade deste aço é boa,* pois a dureza / resistência mecânica no estado laminado ou recozido é reduzida (bom),* alongamento relativo é médio (bom),* condutibilidade térmica elevada (bom)* e coeficiente de atrito com ferramenta é reduzido (bom).*

A temperabilidade deste aço é boa,* pois o teor de carbono é médio (bom),* Cr e Mo aumentam um pouco a temperabilidade (pois fiquem em pequena quantidade),* o diâmetro crítico $d_{\text{cr}} \approx 40 \text{ mm}$.*

7. O melhor material para peças

12 p.

a) corpo duma bomba de sumo frutífero – aço inoxidável para agressividade média X10CrMnTi14; X08CrNi18-10, etc.;*** b) parafusos que trabalham as cargas grandes e temperatura cerca de $500 \text{ }^\circ\text{C}$ – aço termoresistente X40CrSiMo10-2; X45CrNiWMo14;*** c) molde para fundição dos plásticos – aço para ferramentas 30CrMoV8; X30WCrV8-2;*** d) rolamentos que trabalham no meio de agressividade média – aço inoxidável X95Cr18.***

O número total dos pontos certos – 92 p.

O valor dum ponto 1 p. = $20 / 92 \approx 0,217$

Prof. Doutor

Alexandre Kourbatov

21.06.07