

EDITAL PROPEM 01/2019

GABARITO/PADRÃO DE RESPOSTAS

PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

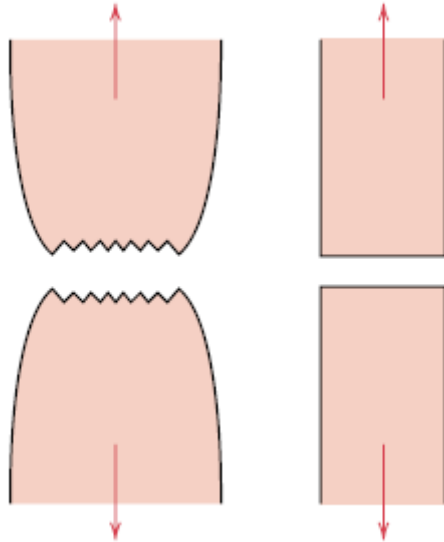
QUESTÃO (1)

- a- Os eventos envolvidos na formação do cavaco são o recalque inicial, deformação e ruptura, deslizamento das lamelas e saída do cavaco.
- b- O movimento do cavaco sobre a superfície de saída é definido por três condições de interface cavaco ferramenta. São elas:
 - 1- Aderência + escorregamento: há a ocorrência do regime III de atrito na zona de aderência. Uma zona de cisalhamento é formada bem próximo, mas não necessariamente na interface, denominada zona de fluxo. Nessa zona existe um gradiente de velocidade iniciando-se com uma camada estacionária de material no contato com a ferramenta, a partir de uma dada espessura a velocidade assume a velocidade do cavaco. A altas tensões de compressão e altas taxas de deformação, que provocam as altas temperaturas na interface cavaco/ferramenta, bem como a pureza do material da peça em contato com a ferramenta, promovem ligações atômicas nessa interface causando aderência. Também são observadas na periferia da área de contato entre o cavaco e a ferramenta. Nessas condições a área real é muito menor que a área aparente. O escorregamento na periferia da área de contato cavaco/ferramenta se deve a baixas tensões de compressão.
 - 2- Escorregamento: Alguns lubrificantes podem atuar na interface cavaco ferramenta e minimizar, ou até mesmo suprimir, a zona de aderência, caracterizando as condições especiais em que prevalece apenas o escorregamento. Os lubrificantes, também conhecidos como elementos de livre corte, podem ser o Pb, Se, Bi, Te, MnS, MoS₂ e atuam como lubrificantes internos formando um filme com baixa resistência ao cisalhamento na interface cavaco ferramenta.
 - 3- Aresta postiça de corte (APC): Ao usinar em baixa velocidade de corte um fenômeno conhecido como APC pode ocorrer. A APC é contínua com o material da peça e do cavaco, ao invés de ser um corpo separado de material encruado sobre o qual o cavaco escoar. A APC é um fenômeno que envolve deformação plástica, encruamento e formação de microtrincas.
- c- Mecanismos abrasivo.

QUESTÃO (2)

Questão 2 (a)

Ensaio de tração

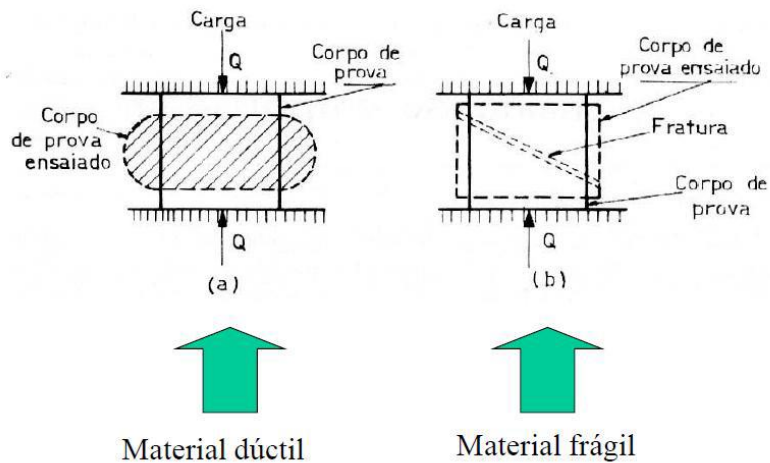


(a) – Dúctil

(b) Frágil

(a) Fratura tipo taça-cone e (b) Fratura praticamente sem deformação plástica perpendicularmente à direção da tensão aplicada.

Ensaio de compressão



Material dúctil

Material frágil

Um material dúctil se deforma plasticamente até se transformar em um disco. Um material frágil se fratura praticamente sem deformação plástica a 45° com a direção da tensão aplicada.

Questão 2b) Entende-se por encruamento de um material metálico como o aumento de resistência mecânica por deformação plástica a frio. Esse fenômeno está associado às discordâncias.

Questão 2(c)

$$N_v = 3,6 \times 10^{23} \text{m}^{-3}$$

$$T = 800^\circ\text{C}$$

$$A = 107,9 \text{g/mol}$$

$$\rho = 9,5 \text{g/cm}^3$$

$$N_v = N \exp(-Q_v/kT)$$

Cálculo de N :

$$N = \rho N_A / A$$

$$N = (6,02 \times 10^{23} \times 9,5 \times 10^6) / 107,9 = 5,3 \times 10^{28} \text{átomos/m}^3$$

$$Q_v = -kT \ln(N_v/N)$$

$$Q_v = -1,38 \times 10^{-23} \times 1073 \times \ln(3,6 \times 10^{23} / 5,3 \times 10^{28}) = 1,76 \times 10^{-19} \text{J/átomo ou J}$$

Questão 2(d1)

Composições químicas:

Ferrita: 0,02%pC; cementita: 6,7%pC

Cálculo das quantidades de ferrita e cementita da perlita:

$$\% \text{ perlita formada} = (0,4 - 0,02) / (0,77 - 0,02) \times 100 = 50,67\%$$

$$\% \text{ ferrita pró-eutetóide} = 100\% - \% \text{ perlita formada} = 49,33\%$$

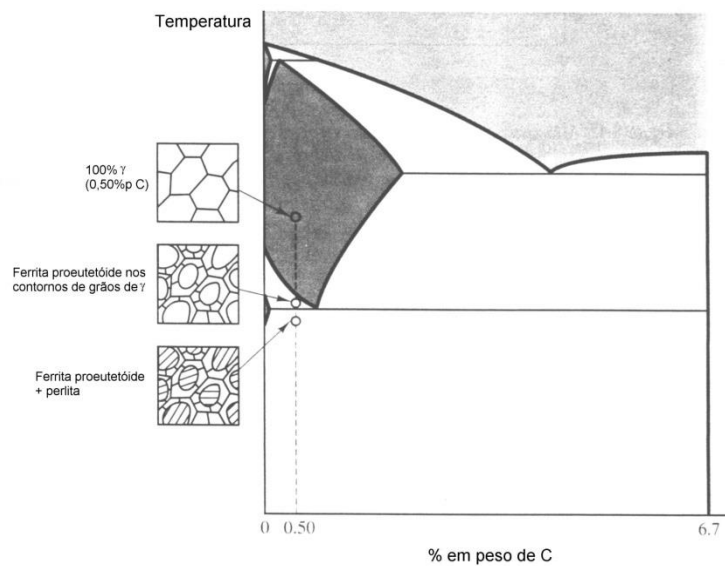
$$\% \text{ ferrita total} = (6,7 - 0,4) / (6,7 - 0,02) \times 100 = 94,31\%$$

$$\% \text{ cementita da perlita} = 100\% - \% \text{ ferrita total} = 5,69\%$$

$$\% \text{ ferrita da perlita} = \% \text{ ferrita total} - \% \text{ ferrita pró-eutetóide}$$

$$\% \text{ ferrita da perlita} = 94,31\% - 49,33\% = 44,98\%$$

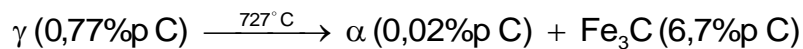
Questão 2(d2)



Microestrutura semelhante para um aço com 0,4%pC: 1000°C-grãos de austenita; 740°C: ferrita pró-eutetóide nos contornos de grãos da austenita e 600°C: ferrita pró-eutetóide nos contornos de grãos da perlita. Perlita: lamelas alternadas de ferrita e cementita.

Questão 2(d3)

Segundo o diagrama Fe-Fe₃C, a perlita se forma nos aços na temperatura de 727°C, segundo a reação eutetóide:



Neste processo, a transformação de fase ocorre em condições de equilíbrio, ou próximas do equilíbrio, e exige que haja uma redistribuição de carbono por difusão. Os átomos de carbono se difundem para regiões longe da ferrita com 0,02%pC, e em direção às camadas de cementita, com 6,7%pC, à medida que a perlita se estende do contorno de grão para o interior da austenita não reagida. A perlita se forma em camadas porque na formação dessa estrutura, os átomos de carbono precisam se difundir em distâncias mínimas. As lamelas de ferrita são aproximadamente oito vezes mais grossas que as lamelas de cementita e todas elas estão orientadas na mesma direção dentro de cada grão de perlita. Abaixo de 727°C, as alterações microestruturais da perlita são insignificantes. Para taxas de resfriamentos moderadas e lentas, a relação entre as lamelas de ferrita e cementita varia nos aços e depende das condições de trabalho.

QUESTÃO (3)

a) 20% (5 itens considerados)

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{V.C.} e \rho dV \text{ Taxa de variação da energia dentro do volume de controle (1)}$$

$$\int_{S.C.} \left(u + \frac{v^2}{2} + gz \right) \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA \text{ Fluxo líquido de energia através da superfície de controle (1)}$$

$$\int_{S.C.} \left(\frac{p}{\rho} \right) \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA \text{ Fluxo líquido da potência de fluxo através da superfície de controle (1)}$$

$$\int_{S.C.} (\delta \dot{q} - \delta \dot{w}) dA \text{ Taxa de transferência de calor e potência que atravessam a superfície de controle (1)}$$

$$\dot{H}_T \text{ Perda de potência devido ao efeito viscoso (atrito) (1)}$$

b) 10 % (3 itens considerados)

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{4 \times 0,757 \times 10^{-3}}{0,017^2 \pi} = 3,34 \text{ m/s (1)}$$

$$Re = \frac{1.000 \times 3,34 \times 0,017}{10^{-3}} = 5,6 \times 10^4 > 4.100 \text{ (1)}$$

Escoamento turbulento (1)

c) 10% (5 itens considerados)

Regime permanente (1)

Propriedades constantes (incompressível) (1)

Escoamento uniforme através da superfície de controle (1)

Não há trabalho envolvido (1)

Não há troca de calor (1)

d) 60 % (10 itens considerados)

Equação da continuidade

$$-\dot{m}_e + \dot{m}_s = 0 \quad Q = cte \Rightarrow V_e A_e = V_s A_s \quad (1)$$

Equação de conservação da energia

$$\left(\frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gz \right)_e (-\dot{m}_e) + \left(\frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gz \right)_s (-\dot{m}_s) = \dot{H}_T$$

$$\frac{p_e - p_s}{\gamma} = \frac{V_s^2 - V_e^2}{2g} + z_s - z_e + \left(f \frac{L_{eq}}{D} + \Sigma K_L \right) \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

$$V_e = \frac{4 \times 0,757 \times 10^{-3}}{0,017^2 \pi} = 3,34 \text{ m/s} \quad (1)$$

$$V_s = \frac{4 \times 0,757 \times 10^{-3}}{0,0127^2 \pi} = 5,98 \text{ m/s} \quad (1)$$

Avaliação do fator de atrito (f)

$$Re = \frac{1.000 \times 3,34 \times 0,017}{10^{-3}} = 5,6 \times 10^4 > 4.100 \quad (1)$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,0015}{17} = 0,00009 \approx 0,0001 \quad (1)$$

$$\text{Ábaco de Moody} \Rightarrow f = 0,023 \quad (1)$$

$$L_{eq} = 4,57 + 3,05 + 1,52 + 3,05 + 3,05 + 3,05 = 18,29 \quad (1)$$

$$\Sigma K_L = 4 \times 1,5 + 10 + 2 = 18 \quad (1)$$

$$\frac{p_e - p_s}{\gamma} = \frac{5,98^2 - 3,34^2}{2 \times 9,81} + 6,1 - 0 + \left(0,023 \frac{18,29}{0,017} + 18 \right) \frac{3,34^2}{2 \times 9,81}$$

$$\frac{p_e - p_s}{\gamma} = 31,66m$$

$$p_e = 9,81 \times 1.000 \times 31,66 = 310,6kPa \quad (1)$$

QUESTÃO (4)

a) Para o **Motor 1**, o rendimento de Carnot é calculado como segue:

$$\eta_{Carnot M1} = 1 - (T_f/T_q) = 1 - \left[\frac{(25 + 273,15)}{(800 + 273,15)} \right] = 0,722$$

$$\eta_{M1} = \frac{W}{Q} = \frac{10 kW}{12 kW} = 0,833$$

O rendimento de Carnot para o motor 1 calculado foi de 72,2% e a eficiência do motor 1 calculado foi de 83,3%, esse motor é **tecnicamente inviável** pois o rendimento térmico é maior que o rendimento de Carnot.

Para o **Motor 2**, o rendimento de Carnot é calculado como segue:

$$\eta_{Carnot\ M2} = 1 - (T_f/T_q) = 1 - \left[\frac{(25 + 273,15)}{(1200 + 273,15)} \right] = 0,798$$

$$\eta_{M2} = \frac{W}{Q} = \frac{10\ kW}{20\ kW} = 0,50$$

O rendimento de Carnot para o motor 2 calculado foi de 79,8% e a eficiência do motor 2 calculado foi de 50%, esse motor **é tecnicamente viável** pois o rendimento térmico é menor que o rendimento de Carnot.

Para o **Motor 3**, o rendimento de Carnot é calculado como segue:

$$\eta_{Carnot\ M3} = 1 - (T_f/T_q) = 1 - \left[\frac{(25 + 273,15)}{(1000 + 273,15)} \right] = 0,766$$

$$\eta_{M3} = \frac{W}{Q} = \frac{10\ kW}{14\ kW} = 0,714$$

O rendimento de Carnot para o motor 3 calculado foi de 76,6% e a eficiência do motor 3 calculado foi de 71,4%, esse motor **é tecnicamente viável** pois o rendimento térmico é menor que o rendimento de Carnot.

b) A melhor escolha é o motor 3 uma vez que o rendimento térmico dele é maior e está próximo ao rendimento de Carnot.

PROVA DE LÍNGUA INGLESA

1) DE ACORDO COM O TEXTO DO ARTIGO, RESPONDA AO QUE SE SEGUE:

a) O principal fator de redução na produção de ferro-ligas na Rússia, segundo o artigo, é o estado de desenvolvimento da base de minério de manganês resultado de falta de investimento no setor. Isso pode ser visto no parágrafo a seguir:

The main factor slowing the growth of production at Russian ferroalloys plants is the weak state of development of the manganese ore base. A sizable investment will be necessary to begin mining the manganese ore reserves in this country, which are estimated to total 146 million tons (and, according to projections, could be as large as 1.5 billion tons).

b) Segundo o texto, no 5º parágrafo está escrito que o principal critério é a composição físico-química do material.

The main criterion that characterizes the suitability of materials for agglomeration is their physicochemical composition, which determines how well they can be prepared for sintering and how readily the heat treatment will yield the melt needed to form the binder. Thus, we first studied the balling process and determined the thermal conditions during sintering.

c) Para explicação do parágrafo, talvez seja necessário uma tradução do mesmo. A tradução dessa parte do texto é:

As sinterizações em laboratório do concentrado de Dzhezdinsk em um copo de sinterização de 350 mm de diâmetro estabeleceu o consumo ótimo de finos de coque, que foi igual a 9% para uma carga com temperatura de 20°C. Em condições de processo - quando a carga também contém sinter quente subdimensionado - o consumo de combustível sólido pode diminuir em 0.5-1.0%. A introdução de escória e concentrado de Polunochnyi na carga melhora a resistência mecânica do sinter, conforme Tabela 3. No primeiro caso, esse resultado foi relacionado à composição granulométrica da escória, enquanto no caso da adição de concentrado, foi relacionado a um aumento na permeabilidade ao gás do leito devido à formação de canais adicionais para passagem dos gases formados durante a dissipação dos carbonatos. O processo de formação do aglutinante de silicato também é acelerado neste caso [5, 6].

Neste parágrafo está explicando que o processo de sinterização necessita do consumo de coque, que em laboratório foi estabelecida uma relação ótima de consumo de 9% para uma carga a 20°C. Já em condições de processo o consumo de coque pode ser menor em 0,5 a 1,0%. A introdução de escória e concentrado de Polunochnyi melhora a resistência do sinter e explica as razões dessa melhora (texto em vermelho).

2) TRADUÇÃO DO TEXTO SOLICITADA

Em conexão com o aumento do percentual de aço sendo produzido em fornos elétricos e conversores na prática metalúrgica estrangeira, há também uma demanda crescente por ferro-silício-manganês e uma redução correspondente na necessidade de ferro-manganês com alto teor de carbono. As mesmas tendências podem ser vistas na metalurgia russa: de 1998 a 2000, o consumo de ferro-silício-manganês mais do que dobrou, enquanto o uso de ferro-manganês cresceu apenas 18% [1]. Da quantidade de ferro-silício-manganês utilizada, 62% foram importados - principalmente da Ucrânia.

O principal fator que diminui o crescimento da produção nas usinas de ferroligas russas é o fraco estado de desenvolvimento da base de minério de manganês. Um investimento considerável será necessário para iniciar a mineração das reservas de minério de manganês neste país, que são estimadas em um total de 146 milhões de toneladas (e, de acordo com as projeções, podem chegar a 1,5 bilhão de toneladas).

O principal exportador de minério de manganês para a Rússia é o Cazaquistão. Este país fornece minério granulado de alta qualidade, mas o montante total disponível não é suficiente para atender a todas as necessidades da Rússia. No entanto, o Cazaquistão possui reservas substanciais de minérios de baixo teor que exigem concentração e não são demandadas por compradores estrangeiros. Em particular, a central de concentração de Mineração Dzhezdinsk - que tem capacidade de até 50.000 toneladas por ano - faz concentrado com 30–32% de Mn e 28–30% de Si. A composição química do concentrado o torna adequado para uso em ferro-silício-manganês, e seu baixo valor para a relação P / Mn (menor que 0,0015) sugere que seria possível produzir aço com ~ 0,1% P sem ter que adicionar baixo custo escória de fósforo [2]. O método de concentração existente é usado para produzir concentrado com uma grossura de 0 a 2 mm. Assim, este material só pode ser usado após a aglomeração preliminar.

Em 2001, a planta de sinterização da Mina Zlatoust desenvolveu e dominou uma tecnologia para aglomerar o concentrado de Concentração de Mineração Dzhezdinsk Combine sem o uso de minérios oxidados de baixo teor. Aqui, a mina também utilizou concentrado de minério de carbonato obtido a partir do depósito de Polunochnoe, além de escória formada na produção de silício manganês. As tabelas 1 e 2 mostram as composições químicas e granulométricas das matérias-primas iniciais.

O principal critério que caracteriza a adequação dos materiais para aglomeração é a sua composição físico-química, que determina quão bem eles podem ser preparados para a sinterização e quão rapidamente o tratamento térmico produzirá a fusão necessária para formar o aglutinante. Assim, primeiro estudamos o processo de balanceamento e determinamos as condições térmicas durante a sinterização.