

2014

1. Suponha que você é o responsável pelo projeto de uma turbina a gás funcionando a 800 °C. As palhetas do rotor serão construídas em uma superliga à base de níquel, que, nessa temperatura, apresenta um módulo de elasticidade igual a 180 GPa. Quando colocadas em serviço, e sob o efeito da força centrífuga, as palhetas são submetidas a um esforço que gera uma tensão normal de 450 MPa. Você dispõe dos dados experimentais apresentados abaixo, relativos ao estágio II das curvas de fluência desse material.

	Deformação plástica em fluência ( $\epsilon_p$ , em %)		
	Temperatura (°C)		
Tempo (h)	700	800	900
1000	0,100	0,500	0,900
11000	0,200		22,036

- a) Qual é a deformação elástica instantânea que sofrem as palhetas quando são colocadas em serviço?
- b) Qual é o valor da velocidade de fluência  $d\epsilon/dt$  (em  $h^{-1}$ ) para o estágio II de fluência dessa superliga a 700 °C e a 900 °C?
- c) Qual é o valor da energia aparente de ativação (em kJ/mol) da velocidade de fluência no estágio II para essa superliga, sabendo-se que a equação abaixo é válida?

$$\left(\frac{d\epsilon}{dt}\right)_T = C \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$$

onde **T** é a temperatura absoluta; **C** é uma constante característica do material; **R** é a constante dos gases (**R** = 8,314 J/mol);  $\epsilon$  é a deformação plástica em fluência; **t** é o tempo; **Q** é a energia aparente de ativação.

- d) Com os dados experimentais, e com os resultados calculados nos itens anteriores, calcule o valor da deformação plástica depois de 11000 h de operação a 800 °C.
- e) Se a velocidade em serviço da turbina fosse mais elevada, a deformação calculada no item anterior seria atingida depois de um tempo de operação maior ou menor que 11000 h? Justifique a sua resposta.

2. Para uma liga de alumínio, ensaios de fadiga em flexão rotativa foram realizados em corpos de prova com seção transversal constante **d**, e apresentaram os resultados dados na tabela. Os valores apresentados representam a média aritmética de dois ensaios realizados à mesma temperatura.

- a) Traçar a curva S-N para essa liga.
- b) Determinar o limite de fadiga para um número de ciclos aplicado igual a  $10^7$ .

<b>Amplitude da tensão <math>\Delta\sigma</math> (MPa)</b>	400	350	300	250	220	180	170	160
<b>N (número de ciclos na ruptura)</b>	$1,8 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$	$5,5 \times 10^6$	$5,0 \times 10^7$	$1, \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$

3. Você deseja determinar a temperatura de transição frágil-dúctil de um aço. Foram feitos 15 ensaios de impacto a cinco temperaturas diferentes (três ensaios por temperatura), segundo a tabela indicada abaixo. O pêndulo do ensaio de impacto cai de uma altura inicial de 80cm, e a tabela mostra a altura final atingida pelo pêndulo a cada ensaio. Determine a temperatura de transição a partir desses dados experimentais, que será definida pela energia média entre as energias do “patamar frágil” e do “patamar dúctil”.

Temperatura (°C)	Altura <b>h</b> (cm) do pêndulo após impacto		
-60	70	75	65
-40	65	60	70
-20	20	25	25
0	5	não quebrou	10
+20	5	5	não quebrou