PMT2405 - Mecânica dos Materiais - Lista 8 - 13/02/2016

,

Questões

1 . A Figura 1 apresenta os mapas de Weertman-Ashby para fluência do gelo, os mapas serão usados para resolver a presente questão. Um pesquisador brasileiro trabalhando na Antartica

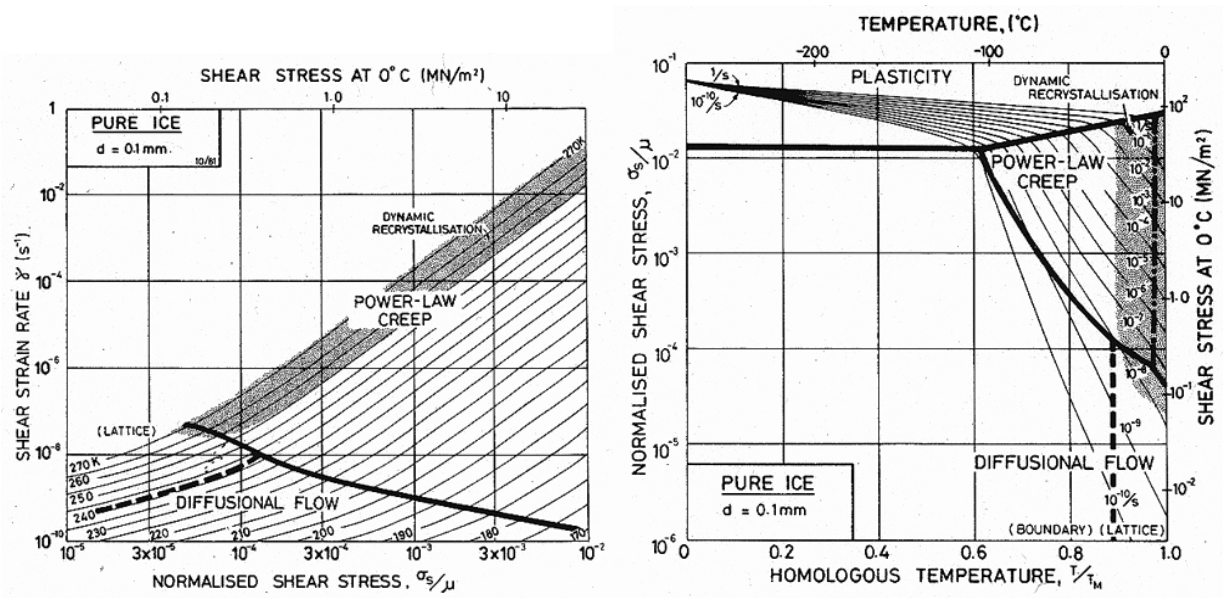

Figura 1: Mapas de Weertman-Ashby para o gelo.

(o continente, não a cervejaria) deseja analisar núcleos de geleiras para estudar o clima pré-histórico do local. Ele é oceanógrafo, portanto não entende patavinas de materiais, e pede sua ajuda para quanto varia a espessura da camada de gelo depositada a cada ano. Para resolver o problema vamos utilizar as seguintes hipóteses:

- A precipitação anual de neve é de 70 mm e ocorre toda num curto período do ano.
- A temperatura média anual é de -10 °C (ela flutua, mas vamos assumir por simplicidade que ela fica constante no ano inteiro).
- A densidade do gelo é 0,93 g cm^3.
- O módulo de cisalhamento do gelo é $G = 2{,}91$ GPa.
- A aceleração da gravidade é $g = 9{,}8$ m s^{-2}.
- Assuma que toda a neve se torna gelo após ser depositada (ou seja, não há porosidade).

Com base nessas informações, responda:

a. Qual a massa de gelo por metro quadrado que é depositada a cada ano?
b. Qual será a espessura da camada depositada após um ano?
c. Qual será a espessura da mesma camada após dois anos?
d. Qual é a taxa de deformação observada presentemente na 1000ª camada, ou seja, a que foi depositada há 1000 anos?
e. Você acredita que haverá mudança de mecanismo de fluência a partir de alguma espessura dessa geleira? Justifique sua resposta com base nos mapas

Observações:

- Assuma que a camada se encontra sob um estado de tensão uniaxial de compressão produzido pela força peso.
- Lembre-se que a tensão de cisalhamento é metade de tensão normal em um carregamento uniaxial
- Lembre-se que a cada ano mais neve vai sendo depositada, portanto a tensão atuante sobre uma camada cresce com o passar do tempo, assim como o valor da espessura da camada vai diminuindo.

2 . Reis Sobrinho e Bueno (**Mater. Res.** 17, 2014, 518 – 526) determinaram a curva mestre de Manson Haferd de um aço resistente ao calor ASTM A387 Gr.22CL2 (2,25Cr-1Mo) obtendo a seguinte expressão para a tensão de trabalho em função do Parâmetro de Manson-Haferd (P_{MH}):

$$\log \sigma = 2,947 \times 10^{-5} (P_{MH})^3 - 4,718 \times 10^{-3} (P_{MH})^2 + 1,636 \times 10^{-1} P_{MH} + 1,065 \quad (1)$$

onde σ é a tensão aplicada do ensaio (assumidamente constante) e

$$P_{MH} = \frac{364,521 - T}{\log t_r - 15,963} \quad (2)$$

sendo t_r o tempo de ruptura em fluência (em horas) e T é a temperatura absoluta (em Kelvin).

Com base nesses dados, estipule parâmetros (carga e temperatura) para cinco ensaios de fluência que cubram de forma homogênea o intervalo de tempos de ruptura entre 10h e 3000h, obedecendo as seguintes condições:

- Os ensaios devem ser realizados em duas temperatura diferentes, no intervalo entre 500 e 700°C (as temperaturas não precisam ser as dos limites do intervalo)
- As tensões possíveis para o ensaio são produzidas por massas múltiplas de 5 kg que são aplicadas por um sistema de polias e alavancas ao corpo de prova, que tem diâmetro de seção útil D_0 = 6,25 mm, ou seja, a força peso produzida pelas massas é diretamente aplicada como força de tração ao corpo de prova, na mesma magnitude.

Para cada ensaio proposto, calcule o tempo de ruptura esperado para esse corpo de prova.

Obs: Use a aceleração da gravidade $g = 9{,}8$ m s^{-2}.

Solução

1. a. $m_{\mathrm{H_2O}} = V \times \rho_{\mathrm{gelo}}$, portanto $V = 7 \times 100 \times 100 = 70000$ cm^3, ou seja $m_{\mathrm{H_2O}} =$ 65100 g ou 65,1 Kg

   b. $\sigma = 637{,}98$ N m^{-2} $\Leftarrow \tau = 318{,}98$ Pa $\Leftarrow \frac{\tau}{G} = 1,1 \times 10^{-7}$, temperatura homóloga $\approx 0{,}963 \Rightarrow \dot{\varepsilon}_{\min} \approx 2 \times 10^{-10}$ s^{-1}. 1 ano $= 365 \times 24 \times 60 \times 60$ s $= 31536000$ s $\Rightarrow \varepsilon = 0,006307 \Rightarrow \Delta\ell = 0,442$ mm $\Rightarrow e = 70 - 0,442 = 69,558$ mm.

   c. $\sigma = 1275{,}80$ Pa $\Rightarrow \frac{\tau}{G} = 2{,}2 \times 10^{-7} \Rightarrow \dot{\varepsilon} = 2 \times 10^{-10} \Rightarrow e = 69,12$

   d. 1000 anos = 1000 camadas, $\frac{\tau}{G} = 1,1 \times 10^{-4}$, do gráfico temos $\dot{\varepsilon} \approx 2 \times 10^{-7}$ s^{-1}

   e. Sim, em algum momento a camada de gelo passará a fronteira da região do *power-law creep* e, segundo o mapa, sofrerá recristalização dinâmica.

2. Naturalmente há mais de uma forma de resolver essa questão, a solução atual é uma das posíveis e serve para ilustrar como resolver o problema. Primeiramente estimamos uma possível solução estabelecendo cinco ensaios tentativos, cobrindo os intervalos especificados. No caso da minha solução, eu programei uma planilha para fazer os cálculos. O resultado inicial é dado na Tabela 1.

   Tabela 1: Ensaios tentativos.

T [°C]	t_r [h]	PMH	$\log_{10} \sigma$	σ [MPa]	F [N]	m [kg]
650	10	37,324	2,131	135,19	4147,6	423,23
650	500	42,105	1,790	61,51	1837,2	192,57
650	3000	44,730	1,581	38,08	1168,2	119,20
550	50	32,140	2,428	267,79	8215,7	838,34
550	2000	36,210	2,202	159,25	4885,8	498,55

   Entretanto o problema pede massas que sejam múltiplas de 5 kg, assim recalculamos os tempos de ruptura para "arredondar a massa", no meu caso eu usei a mesma planilha e fui ajustando o tempo de ruptura até me aproximar de um número múltiplo de 5. O resultado está na Tabela 2, junto com os tempos estimados de ruptura dos corpos de prova.

Tabela 2: Ensaios propostos.

T [°C]	t_r [h]	m [kg]
650	9,75	425
650	528	190
650	2935	120
550	49,1	840
550	1966	500