# Esercitazione 3 del 15/5/2013 CON SOLUZIONI

**2.19**

Una lamiera di ottone subisce una riduzione di spessore del 20% mediante una lavorazione di laminazione raggiungendo uno spessore di 3 mm. Lo spessore della lamiera viene, quindi, ulteriormente ridotto fino a raggiungere un valore di 2 mm. Qual è la percentuale totale di riduzione prodotta dalla lavorazione a freddo?

Essendo la prima riduzione di spessore che subisce il provino pari al 20% è possibile calcolare lo spessore iniziale:

$$\frac{3-x}{x} \cdot 100 = -20 \quad \Longrightarrow \quad 80 \cdot x = 300 \quad \Longrightarrow \quad x = 3.75\,\text{mm}$$

**2.20**

In una prova di trazione, la traversa mobile si sposta con velocità uniforme.

a) Calcolare la velocità di deformazione con riferimento alle deformazioni convenzionali.

b) Calcolare la velocità di deformazione con riferimento alle deformazioni logaritmiche.

Quesito a

Se si prendono in considerazione le deformazioni convenzionali, la definizione di velocità di deformazione è la seguente:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Esplicitando la deformazione convenzionale si ha:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\left(\frac{l-l_0}{l_0}\right)}{dt} = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{dl}{dt} = \frac{v}{l_0}$$

ovvero la velocità di deformazione è costante al progredire della deformazione.

Quesito b

**ESERCIZIO 3**

Una piastra di ferro divide due camere una satura di carbonio e l'altra decarburizzata. La piastra è riscaldata fino a 700°C. Quando il flusso si stabilizza, le concentrazioni di carbonio a 5 e 10 mm dalla superficie rivolta verso la camera di carbonio sono 1.2 e 0.8 kg/m$^3$. Assumendo un coefficiente di diffusione pari a 3x10$^{-11}$ m$^2$/s, calcolare il flusso di carbonio all'interno della piastra.

$$J = -D\frac{C_A - C_B}{x_A - x_B} = -(3 \times 10^{-11}\ \text{m}^2/\text{s})\frac{(1.2 - 0.8)\ \text{kg/m}^3}{(5 \times 10^{-3} - 10^{-2})\ \text{m}}$$
$$= 2.4 \times 10^{-9}\ \text{kg/m}^2\text{-s}$$

**ESERCIZIO 4**

La carburizzazione della superficie di un acciao è un processo non stazionario. Si vuole realizzare la carburazione di un acciaio utilizzando un'atmosfera di metano all'1.20% di carbonio in peso. Quanto tempo dovrà durare il trattamento a 950°C per ottenere una concentrazione di carbonio di 0.80% a 5 mm dalla superficie. La concentrazione iniziale del carbonio nell'acciaio è di 0.25% in peso. Il coefficiente di diffusione è $1.6 \times 10^{-11}$ $m^2/s$.

$$\frac{C_x - C_0}{C_s - C_0} = \frac{0.80 - 0.25}{1.20 - 0.25} = 1 - \text{erf}\left[\frac{(5 \times 10^{-4}\ \text{m})}{2\sqrt{(1.6 \times 10^{-11}\ \text{m}^2/\text{s})(t)}}\right]$$

$$0.4210 = \text{erf}\left(\frac{62.5\ \text{s}^{1/2}}{\sqrt{t}}\right)$$

| $z$ | erf($z$) |
|---|---|
| 0.35 | 0.3794 |
| $z$ | 0.4210 |
| 0.40 | 0.4284 |

$$\frac{z - 0.35}{0.40 - 0.35} = \frac{0.4210 - 0.3794}{0.4284 - 0.3794}$$

$$z = 0.392$$

$$\frac{62.5\ \text{s}^{1/2}}{\sqrt{t}} = 0.392$$

$$t = \left(\frac{62.5\ \text{s}^{1/2}}{0.392}\right)^2 = 25{,}400\ \text{s} = 7.1\ \text{h}$$

**ESERCIZIO 5**

**3.13**

Studiare la solidificazione ed il successivo raffreddamento a temperatura ambiente di una ghisa bianca con il 2.8% di carbonio.

Lo studio consiste nel descrivere i cambiamenti di fase e le trasformazioni allo stato solido durante il raffreddamento. Indicare chiaramente quale sarà la struttura a temperatura ambiente. (utilizzare il diagramma di stato Fe-C).

Risposta

Alla temperatura di circa 1300°C (lettura dal diagramma) inizia la solidificazione. Durante la solidificazione per temperature ≤ 1300°C e >1147°C si forma austenite. A 1147°C il residuo di liquido diventa ledeburite.
Poi tra <1147°C e >723°C una parte dell'austenite si trasforma in cementite secondaria. A 723°C l'austenite residua si trasforma in perlite.
Il successivo raffreddamento fino a temperatura ambiente non cambia la struttura della ghisa che è così composta: cementite secondaria, ledeburite trasformata, perlite. La ledeburite trasformata contiene cementite secondaria e perlite. La perlite è formata da ferrite e cementite perlitica