

Exo4 Corrigé: Ténacité d'un acier

On définit le facteur d'intensité de contrainte en avant d'une fissure de longueur l dans un matériau soumis à une contrainte de traction σ (mode 1) par $K_I = \sigma\sqrt{\pi l}$

1- Donnez la définition de la ténacité.

La ténacité est la résistance d'un matériau à la propagation d'une fissure car tout matériau possède des fissures ou microfissures internes ou superficielles qui risquent de propager et de mener à sa ruine. La ténacité est une propriété intrinsèque du matériau, moyenne géométrique du module de Young et de l'énergie pour faire avancer une fissure G_c . (G_c vaut 2γ pour les matériaux fragiles et $2\gamma + G_{pl}$ pour les matériaux ductiles).

2- Quel essai simple préconisez-vous pour différencier rapidement deux lots du même acier provenant de deux fournisseurs différents ?

On peut réaliser des essais de résilience avec le mouton de Charpy sur éprouvette entaillée en utilisant la même géométrie. Plus la résilience (énergie perdue par le pendule divisé par la surface de rupture) est élevée, plus la ténacité K_{IC} est élevée.

Exo4. Ténacité d'un acier

3- Un acier possède une fissure superficielle de 3.2 mm de profondeur et sa ténacité vaut 80 MPa m^{1/2}. Calculer la contrainte maximum que pourra supporter cet acier en traction.

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l} \leq K_{Ic} = 80 \text{ MPa} \sqrt{\text{m}}, \quad \sigma \leq \frac{80}{\sqrt{\pi l}} = \frac{80}{\sqrt{3.14 * 3.2 * 10^{-3}}} = 798 \text{ MPa}$$

4- La limite élastique de cet acier est d'environ 500 MPa. La rupture sera-t-elle ductile ou fragile ?

La rupture est ductile puisque la contrainte à rupture, env. 800 MPa, est beaucoup plus élevée que la limite élastique : il y a plastification en avant de la fissure avant sa propagation.

5- Quelle est la profondeur minimum des fissures pour que la rupture de cet acier soit fragile i.e. se fasse sans déformation plastique ?

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l} \geq K_{Ic} = 80 \text{ MPa} \sqrt{\text{m}} \text{ avec } \sigma = 500 \text{ MPa, soit } \sqrt{\pi l} \geq \frac{80}{\sigma} ; l \geq 0.0081 \text{ m} = 8.1 \text{ mm}$$

ces fissures sont facilement détectables.