

Chapitre 4 – Matériaux sous contrainte

EXERCICE 4-16

a) Conditions énergétique et mécanique de propagation

1) Condition énergétique :

Pour un matériau fragile comme le verre, la condition énergétique de propagation se traduit par une valeur minimale de la contrainte nominale σ_{nom} appliquée afin que le défaut soit en situation énergétique favorable de se propager :

$$\sigma_{nom} = \sqrt{\frac{2E\gamma_s}{\pi a}} \quad (1)$$

Avec les valeurs données, on obtient $\sigma_{nom} = 0,668 \text{ MPa}$ (2)

Pour que la condition énergétique soit satisfaite, la force F_{min} requise est donc égale à :

$$F_{min} = S\sigma_{nom}E_{min} = (100 \times 10 \times 10^{-6}) (0,668 \times 10^6) = 0,668 \text{ kN} \quad (3)$$

Comme la force appliquée à l'éprouvette est égale à 8 kN, **la condition énergétique est donc amplement satisfaite.**

2) Condition mécanique :

Pour un matériau quelconque, la condition mécanique de propagation se traduit par une valeur minimale de la contrainte nominale σ_{nom} appliquée afin que la contrainte locale σ_{loc} à la racine du défaut atteigne la valeur de la résistance à la traction R_m de ce matériau :

$$\sigma_{loc} = K_t \sigma_{nom} = R_m \quad (4)$$

où K_t est le facteur de concentration de contrainte associé au défaut. Ici, le défaut est semi-elliptique et K_t est égal à :

$$K_t = 1 + 2\sqrt{\frac{a}{r}} = 1 + 2\sqrt{\frac{10}{3}} = 4,65 \quad (5)$$

En combinant les équations 4 et 5 et en rappelant que la contrainte nominale σ_{nom} est égale à F/S , on obtient la valeur de la contrainte locale σ_{loc} s'exerçant à la racine du défaut pour une force F de 8 kN:

$$\sigma_{loc} = K_t \sigma_{nom} = K_t \frac{F}{S} = 4,65 \frac{8 \text{ kN}}{(100 \times 10) 10^{-6}} = 37,2 \text{ MPa}$$

La contrainte locale σ_{loc} de 37,2 MPa est inférieure à la résistance à la traction R_m (50 MPa) du matériau, donc **la condition mécanique n'est pas satisfaite et il n'y aura pas rupture de la plaque de verre entaillée.**