

Chapitre 4 – Matériaux sous contrainte

EXERCICE4-19

a) Possibilité de rupture fragile de l'axe :

Pour répondre à la question, il faut suivre les étapes suivantes :

- 1) Calculer la contrainte locale σ_{loc} qui s'exerce dans le congé et donc sur la petite fissure de fatigue localisée dans ce congé ;
- 2) Avec cette valeur de la contrainte locale σ_{loc} , calculer le facteur d'intensité de contrainte $K_I = \alpha \sigma_{loc} \sqrt{\pi a}$ associé à la fissure ;
- 3) Vérifier si K_I est supérieur au facteur critique d'intensité de contrainte K_{IC} du matériau. Si oui, il y aura rupture fragile de l'axe.

1) Contrainte locale :

$$\sigma_{loc} = K_t \sigma_{nom} = K_t \frac{F}{S} = 1,96 \frac{56 \text{ kN}}{\pi(10 \times 10^{-3})^2} \cong 350 \text{ MPa}$$

car la valeur du facteur de concentration de contrainte du congé K_t est égale à 1,96 (valeur de K_t pour $r/d = 0,1$ et $h/d = 4$).

2) Facteur d'intensité de contrainte K_I associé à la fissure:

$$K_I = \alpha \sigma_{loc} \sqrt{\pi a} = 1,2 \times 350 \sqrt{\pi \times 3 \times 10^{-3}} \cong 40,77 \text{ MPa.m}^{1/2}$$

Comme K_I est supérieur au facteur critique d'intensité de contrainte $K_{IC} (= 35 \text{ MPa.m}^{1/2})$ du matériau, **il y aura rupture brutale de l'axe**.

a) Valeur minimale du rayon pour éviter la rupture brutale de l'axe :

Pour éviter la rupture de l'axe, il faut diminuer la concentration locale des contraintes dans le congé en augmentant le rayon de courbure du congé de sorte que la valeur de la contrainte locale σ_{loc} conduise à un facteur d'intensité de contrainte K_I associé à la fissure au plus égal au K_{IC} du matériau.

La contrainte locale maximale σ_{loc} est donc être au plus égale à :

$$\sigma_{loc} \leq \frac{K_{IC}}{\alpha \sqrt{\pi a}} = \frac{35}{1,2 \sqrt{\pi \times 3 \times 10^{-3}}} \cong 300 \text{ MPa}$$

Le facteur de concentration de contrainte K_t associé au congé est donc égal à :

$$K_t = \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{nom}} = \frac{300}{178,3} = 1,683$$

Pour cette valeur de K_t , on peut choisir, d'après l'abaque $K_t = f(r/d)$, un rayon de courbure r égal ou supérieur à 2,8 mm.

$r \geq 2,8 \text{ mm}$