Chapitre 4 – Matériaux sous contrainte

EXERCICE 4-17

a) Y a-t-il risque de rupture brutale de l'axe?

Pour qu'il y ait risque de rupture brutale de l'axe, il faut que la contrainte locale σ_l s'exerçant dans la gorge (qui est la zone de concentration de contrainte) soit au moins égale à $\mathbf{R_m}$, la résistance à la traction de l'acier. Il faut donc calculer la contrainte locale σ_l en déterminant le facteur de concentration de contrainte $\mathbf{K_t}$ associé à la gorge.

Avec les dimensions données de l'axe, on obtient : $\mathbf{D/d}$ = 200/150 = 1,333; $\mathbf{r/d}$ = 21/150 = 0,14. Sur l'abaque $\mathbf{K_{tTrou}}$ = f($\mathbf{r/d}$) donnée, il faut faire une interpolation linéaire entre les deux courbes à $\mathbf{D/d}$ = 1, 15 et $\mathbf{D/d}$ = 1,50 pour obtenir la valeur de $\mathbf{K_t}$. Les valeurs de $\mathbf{K_t}$ pour les valeurs de $\mathbf{D/d}$ = 1, 15 et de $\mathbf{D/d}$ = 1,50 sont respectivement les suivantes : 1,88 et 2,07 (voir graphique ci-joint). Une interpolation linéaire donne une valeur de $\mathbf{K_t}$ égale à 1,978 pour $\mathbf{D/d}$ = 1,33.

La contrainte locale σ_l, à la racine de la gorge, est égale à :

$$\sigma_l = \mathbf{K_t}\,\sigma_{nom} \qquad (4.1)$$

$$\sigma_l = \mathbf{K_t(4F/\pi d^2)} \qquad (4.2)$$

$$\sigma_l = 1{,}978[4\text{x}3{,}27\ \text{MN}/\pi(0{,}15\ \text{m})^2] = \mathbf{366}\ \text{MPa}$$

On remarque donc que la contrainte locale σ_l est inférieure à la résistance à la traction $\mathbf{R_m}$ (480 MPa); donc il n'y a **pas de risque de rupture de l'axe**. Toutefois, cette contrainte locale σ_l est supérieure à la limite d'élasticité $\mathbf{R_{e0,2}}$ (350 MPa) , il y aura donc **déformation plastique permanente de l'axe dans la gorge**.

b) Valeur minimale du rayon de la gorge

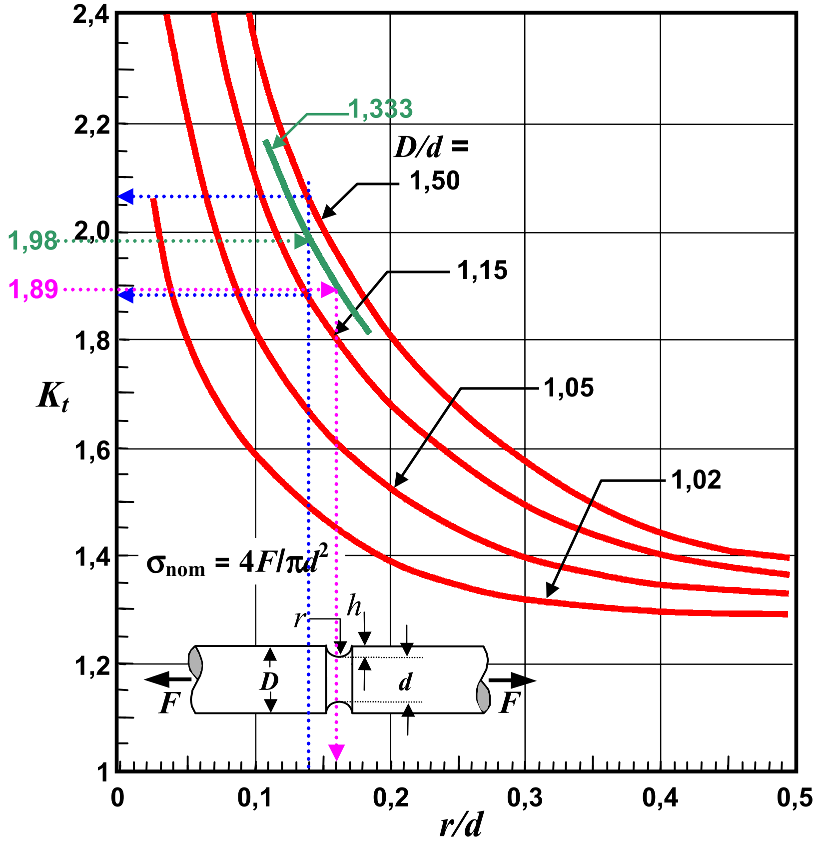
Pour que tous les éléments de volume de l'axe subissent une déformation purement élastique, il faut que la contrainte locale reste, en tout point de l'axe, inférieure à la limite d'élasticité de l'acier $\mathbf{R_{e0,2}}$, donc que le facteur de concentration de contrainte soit au plus égale à :

$$\mathbf{K_t} \leq \sigma_l / \sigma_{nom} = \mathbf{R_{e0,2}} / \sigma_{nom} = \mathbf{R_{e0,2}} /(\mathbf{4F/\pi d^2})$$

$$\mathbf{K_t} \leq (350\ \text{MPa})/ [4\text{x}3{,}27\ \text{MN}/\pi(0{,}15\ \text{m})^2] = \mathbf{1{,}89}$$

Sur le graphique $\mathbf{K_t}$ = f($\mathbf{r/d}$), on en déduit que $\mathbf{r/d}$ doit être au moins égal à 0,16, donc que le rayon $\mathbf{r}$ de la gorge doit avoir au moins une valeur de (0,167x150 mm) = 24 mm.

$$\boxed{\mathbf{r \geq 24\ mm}}$$



2,4
2,2
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1
1,98
1,89
K_t
1,333
D/d =
1,50
1,15
1,05
1,02
$\sigma_{nom} = 4F/\pi d^2$
r
h
D
d
F
F
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
r/d