ENSMA

Option "Structures et Matériaux"

Règle de Neuber
Contraintes résiduelles

On considère la tenue en fatigue d'une pièce contenant une entaille caractérisée par son facteur de concentration de contrainte K_t. Lors d'une surcharge, on introduit des contraintes résiduelles au voisinage de cette entaille. On note S_{sur} et e_{sur} les valeurs nominales de la contrainte et de la déformation de la surcharge appliquée à la pièce lors de la surcharge, et σ_{sur} et ε_{sur} les valeurs locales en fond d'entaille. On applique ensuite à cette pièce un chargement de fatigue caractérisé par une amplitude σ_a = 50 MPa et une contrainte moyenne σ_{moy} = 100 MPa.

1°) On suppose que le comporte élasto-plastique est décrit par une courbe bi-linéaire avec une limite d'élasticité de 300MPa et un module plastique H, c'est-à-dire que la partie « plastique » de la courbe est obtenue par : $\sigma-\sigma_y=H\times\left(\varepsilon-\frac{\sigma_y}{E}\right)$. Montrer qu'alors, en appliquant la règle de Neuber, σ_{sur} est racine d'une équation du second degré.
Application numérique : K_t=2,5 ; S_{sur} =200 MPa ;E=210 000 MPa ; H=E/20 ; σ_y=300MPa .

2°) Montrer qu'avec la règle d'énergie de déformation équivalente, σ_{sur} est donnée par :

$$\sigma_{sur}^2=\frac{H}{E}\left[(K_t\times S_{sur})^2-\sigma_y^2\right]+\sigma_y^2$$

(*Indice : séparer l'intégration en deux domaines de part et d'autre de* σ_y*.Le résultat peut également être obtenu graphiquement par un calcul d'aire).*

3°) La valeur de la contrainte résiduelle σ_{res} après déchargement est calculée en faisant la différence entre la valeur de σ_{sur} et la contrainte locale « fictive » calculée en l'absence de plasticité. Indiquer une méthode de détermination graphique de la contrainte résiduelle σ_{res} par la méthode de Neuber. Calculer la valeur de σ_{res} par les deux méthodes.

4°) Sur quel(s) paramètre(s) du chargement de fatigue va agir la contrainte résiduelle induite par la surcharge ?
On suppose que l'influence de la contrainte moyenne peut être décrite à l'aide de la relation de Goodman : $\sigma_D=\sigma_D(\sigma_m=0)\times\left[1-\left(\frac{\sigma_m}{R_m}\right)\right]$. Etablir l'expression du rapport ρ entre la limite de fatigue de la pièce après surcharge σ_{Dsur} et la celle que l'on aurait obtenue sans surcharge préalable σ_{D0}.
Application numérique : R_m=345MPa.