Chapitre 13 - Céramiques

EXERCICE 13-10

a) Déformation et contrainte à la surface au cours d'un chauffage très rapide

Au cours d'un échauffement infiniment rapide de la surface, celle-ci tend à se dilater, alors que le cœur de la pièce ne subit pas de variation de dimension et s'oppose au déplacement de la surface. Par conséquent, **la surface est soumise à une contrainte de compression** car elle ne peut se dilater librement. La **déformation élastique ε en compression** de la surface est donc égale à la dilatation de la surface qu'aurait cette surface si elle était libre de déformer :

$$\varepsilon = \alpha\Delta\theta \qquad (1)$$

Avec les valeurs de α = 6,7x10^{-6} et de $\Delta\theta$ = (260 –20) °C = 240 °C, on obtient :

$$\boxed{\varepsilon = 1{,}608\text{x}10^{-3} = 0{,}1608\ \%}$$

Le matériau céramique ayant un comportement élastique, on applique la loi de Hooke pour calculer la contrainte thermique de compression engendrée par le brusque échauffement :

$$\sigma = E\varepsilon \qquad (2)$$

où ε est la déformation élastique en compression de la surface, trouvée ci-dessus. Puisque E = 80 GPa, on obtient la contrainte de compression:

$$\boxed{\sigma = 128{,}6\ \text{MPa}}$$

b) Possibilité de rupture au cours d'un échauffement brusque?

Comme la contrainte de compression trouvée ci-dessus (σ = 128,6 MPa) est inférieure à la résistance à la compression de la céramique (R_{mc} = 150 MPa), **il n'y aura pas rupture au cours de cet échauffement brusque**.

c) Intervalle critique de température au cours d'un refroidissement brusque?

Au cours d'un refroidissement brusque d'amplitude $\Delta\theta$, il y aura rupture si la contrainte (de tension cette fois) atteint la résistance R_{mt} en traction de la céramique (80 MPa). Dans ce cas, on a l'égalité suivante :

$$R_{mt} = E\alpha\Delta\theta \qquad (3)$$

L'amplitude $\Delta\theta$ du choc thermique requise est donc égale à :

$$\Delta\theta = R_{mt}/E\alpha \qquad (4)$$

Avec les valeurs données, on obtient : $\Delta\theta$ = 149,25 °C = 150 °C

La température critique θ est donc égale à : θ = (20 °C + $\Delta\theta$) = 170 °C

$$\boxed{\theta = 170\ °\text{C}}$$