Calcul des déformations des lames élastiques

Lames élastiques en arc de cercle - Forces réparties et concentrées

Lame dans le plan horizontal - Exemple numérique

Lame en acier de section rectangulaire, h dans le plan vertical, $h > e$

$h := 0.6 \cdot mm$ $\quad e := 0.3 \cdot mm$ $\quad S := h \cdot e$ $\quad E := 2 \cdot 10^5 \cdot N \cdot mm^{-2}$ $\quad G := \dfrac{E}{2.6}$ $\quad \rho := 7.85 \cdot 10^3 \cdot kg \cdot m^{-3}$

Référence :E:\Résonateur (TA)\Tables\Modules J, I et W des barres élastiques.mcd(R)

$J_t := J_{t\_rect}(h, e)$ $\quad I_{22} := I_{f\_rect}(h, e)$ $\quad I_{33} := I_{f\_rect}(e, h)$

$W_t := W_{t\_rect}(h, e)$ $\quad W'_t := \dfrac{W_t}{\eta_{t\_rect}(h, e)}$ $\quad W_{f2} := W_{f\_rect}(h, e)$ $\quad W_{f3} := W_{f\_rect}(e, h)$

Caractéristiques de l'arc de cercle $\quad R := 21 \cdot mm$ $\quad \psi_{AB} := 75 \cdot deg$ $\quad L := R \cdot \psi_{AB}$ $\quad L = 27.489\, mm$

Forces extérieures $\quad \psi_F := \psi_{AB}$

$F_x := 0.1 \cdot N$ $\quad F_y := 0.1 \cdot N$ $\quad F_z := 0.2 \cdot N$ $\quad C_x := 2 \cdot N \cdot mm$ $\quad C_y := 2 \cdot N \cdot mm$ $\quad C_z := 1 \cdot N \cdot mm$

$\boldsymbol{F} := \left(F_x \;\; F_y \;\; F_z \right)^T$ $\quad |\boldsymbol{F}| = 0.245\, N$ $\quad \boldsymbol{C} := \left(C_x \;\; C_y \;\; C_z \right)^T$ $\quad |\boldsymbol{C}| = 3\, N \cdot mm$

Force centrifuge $\quad \Omega := 1300 \cdot \dfrac{2 \cdot \pi}{60 \cdot s}$ $\quad q_c := \rho \cdot S \cdot R \cdot \Omega^2$ $\quad q_c = 0.55\, m^{-1} N$ $\quad \psi_q := \psi_{AB}$

$q_{cx}(\chi) := q_c \cdot \cos(\chi)$ $\quad q_{cy}(\chi) := q_c \cdot \sin(\chi)$ $\quad q_{cz}(\chi) := 0 \cdot N \cdot m^{-1}$

Poids propre $\quad q_g := \rho \cdot g \cdot S$ $\quad q_g = 0.014\, m^{-1} N$ $\quad q_g \cdot L = 3.809 \times 10^{-4}\, N$

$q_{gx}(\chi) := 0 \cdot N \cdot m^{-1}$ $\quad q_{gy}(\chi) := 0 \cdot N \cdot m^{-1}$ $\quad q_{gz}(\chi) := q_g$

Forces réparties $\quad q_x(\chi) := q_{cx}(\chi) + q_{gx}(\chi)$ $\quad q_y(\chi) := q_{cy}(\chi) + q_{gy}(\chi)$ $\quad q_z(\chi) := q_{cz}(\chi) + q_{gz}(\chi)$

Référence :E:\Résonateur (TA)\Fils et lames en arc de cercle\Arc de cercle E_L - F&C&q.mcd(R)

Valeur de tests transitoires $\quad \alpha_m := 20 \cdot deg$

Torseur des forces de cohésion

$\boldsymbol{M_c}(\psi_F, \alpha_m)^T = (4.62 \;\; 4.86 \;\; -1.74)\, N \cdot mm$

$\boldsymbol{M_q}(\psi_q, \alpha_m)^T = \left(2.154 \times 10^{-3} \;\; 1.7 \times 10^{-3} \;\; -0.103\right) N \cdot mm$

$\boldsymbol{M_{cq}}(\psi_F, \psi_q, \alpha_m)^T = (4.623 \;\; 4.861 \;\; -1.843)\, N \cdot mm$

Sollicitations

$\boldsymbol{e'_1}(\alpha_m)^T = (-0.342 \;\; 0.94 \;\; 0)$ $\quad \boldsymbol{e'_2}(\alpha_m)^T = (-0.94 \;\; -0.342 \;\; 0)$ $\quad \boldsymbol{e'_3}(\alpha_m)^T = (0 \;\; 0 \;\; 1)$

Moment de torsion $\quad M_t(\psi_F, \psi_q, \alpha_m) = 2.987\, N \cdot mm$

Moments de flexion $\quad M_{f2}(\psi_F, \psi_q, \alpha_m) = -6.006\, N \cdot mm$ $\quad M_{f3}(\psi_F, \psi_q, \alpha_m) = -1.843\, N \cdot mm$

Contraintes

$\sigma_{\acute{e}quiv\_M}(1, \psi_F, \psi_q, 0) = 829.1 \frac{N}{mm^2}$ $\sigma_{\acute{e}quiv\_N}(1, \psi_F, \psi_q, 0) = 698.7 \frac{N}{mm^2}$

$\sigma_{\acute{e}quiv\_M}(1, \psi_F, \psi_q, \psi_{AB}) = 240.2 \frac{N}{mm^2}$ $\sigma_{\acute{e}quiv\_N}(1, \psi_F, \psi_q, \psi_{AB}) = 217.2 \frac{N}{mm^2}$

Contrainte max à l'angle de la section droite $\left|\sigma_M(\psi_F, \psi_q, 0)\right| + \left|\sigma_N(\psi_F, \psi_q, 0)\right| = 643.9 \frac{N}{mm^2}$

$\left|\sigma_M(\psi_F, \psi_q, \psi_{AB})\right| + \left|\sigma_N(\psi_F, \psi_q, \psi_{AB})\right| = 247.2 \frac{N}{mm^2}$

Calcul des déplacements par les intégrales de Mohr

Calcul des déplacements linéiques

Position et direction du déplacement désiré $\alpha := 60 \cdot deg$ $\lambda := 45 \cdot deg$ $\gamma := 45 \cdot deg$

Force unitaire virtuelle $\left|\mathbf{v}(\lambda, \gamma)\right| = 1$

Sollicitations dues à la force unitaire

$M_{tv}(\alpha, \lambda, \gamma, \alpha_m) = 3.474\, mm$ $M_{fv2}(\alpha, \lambda, \gamma, \alpha_m) = -9.545\, mm$ $M_{fv3}(\alpha, \lambda, \gamma, \alpha_m) = -10.119\, mm$

Déplacement dans la direction de **v**

$\delta_{tv}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda, \gamma) = 0.694\, mm$ $\delta_{fv2}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda, \gamma) = 0.839\, mm$ $\delta_{fv3}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda, \gamma) = 1.102\, mm$

$\boxed{\delta_v(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda, \gamma) = 2.635\, mm}$

Calcul des déplacements angulaires

Position et direction du déplacement désiré $\alpha := 60 \cdot deg$ $\lambda_c := 45 \cdot deg$ $\gamma_c := 45 \cdot deg$

Couple unitaire virtuel $\left|\mathbf{cv}(\lambda, \gamma)\right| = 1$

Sollicitations dues au couple unitaire

$M_{tcv}(\alpha, \lambda_c, \gamma_c, \alpha_m) = 0.299$ $M_{fcv2}(\alpha, \lambda, \gamma, \alpha_m) = -0.641$ $M_{fcv3}(\alpha, \lambda, \gamma, \alpha_m) = 0.707$

Déplacement autour de l'axe défini par **v**

$\theta_{tcv}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda_c, \gamma_c) = 3.078\, deg$

$\theta_{fcv2}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda_c, \gamma_c) = 4.111\, deg$ $\theta_{fcv3}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda_c, \gamma_c) = -4.282\, deg$

$\boxed{\theta_{cv}(\psi_F, \psi_q, \alpha, \lambda_c, \gamma_c) = 2.906\, deg}$