

Πρόβλημα αντοχής ιμάντων σε σύνθετη καταπόνηση

Για ιμαντοκίνηση με σχέση μετάδοσης 1:1 και διάμετρο τροχαλίας $\varnothing 200$ χρησιμοποιείται επίπεδος ιμάντας πάχους 6mm και πλάτους 60mm, από υλικό με μέτρο ελαστικότητας 300 MPa και αντοχή σε εναλλασσόμενο εφελκυσμό-θλίψη 11 MPa και εναλλασσόμενη κάμψη 14 MPa. Αν ο ιμάντας μεταφέρει 4KW ισχύος στις 1200 RPM με συντελεστή τριβής 0.2 να υπολογιστεί η ισοδύναμη καταπόνηση του υλικού του.

Λύση:

Η γωνιακή ταχύτητα της τροχαλίας θα είναι:

$$\omega = \frac{1200}{60} \times 2\pi = 125.67 \text{ rad/s}$$

οπότε η μεταφερόμενη στρεπτική ροπή:

$$M_t = \frac{N}{\omega} = \frac{4000}{125.67} = 31.8 \text{ Nm} = 31800 \text{ Nmm}$$

Η διαφορά των δυνάμεων μεταξύ έλκοντα και ελκόμενου κλάδου θα είναι προφανώς:

$$F_1 - F_2 = \frac{M_t}{D/2} = \frac{31800}{100} = 318 \text{ N}$$

Αντικαθιστώντας τη δύναμη έλξης από τον τύπο του Euler/Eytelwein προκύπτει:

$$F_1 - F_2 = F_2 (e^{0.2\pi} - 1) = 318 \text{ N} \text{ και τελικά } F_2 = 364 \text{ N, άρα } F_1 = 682 \text{ N}$$

Ο ιμάντας θα εφελκύεται μεταξύ των τιμών τάσης:

$$\sigma_{zo} = \frac{F_1}{6 \times 60} = 1.9 \text{ MPa και } \sigma_{zu} = \frac{F_2}{6 \times 60} = 1.0 \text{ MPa, που αντιστοιχεί σε εφελκυστική καταπόνηση με}$$

$$\sigma_{zm} = \frac{\sigma_{zu} + \sigma_{zo}}{2} = 1.45 \text{ MPa και } \sigma_{za} = \frac{\sigma_{zo} - \sigma_{zu}}{2} = 0.45 \text{ MPa}$$

Εξαιτίας της κάμψης πάνω στις τροχαλίες, ο ιμάντας υφίσταται αύξηση του μήκους του εξωτερικά σε σχέση με τον ουδέτερο άξονά του κατά:

$$\Delta l = \pi \left(\frac{D}{2} + t \right) - \pi \left(\frac{D}{2} + \frac{t}{2} \right)$$

άρα παραμόρφωση:

$$\varepsilon = \frac{\pi\left(\frac{D}{2}+t\right) - \pi\left(\frac{D}{2}+\frac{t}{2}\right)}{\pi\left(\frac{D}{2}+\frac{t}{2}\right)} = \frac{t}{D+t} = \frac{6}{200+6} = 0.029$$

που του δημιουργεί κυμαινόμενη καμπτική τάση μεταξύ των τιμών 0 και $\sigma_{bsch} = E\varepsilon = 8.74 \text{ MPa}$. Αυτή

έχει μέση τιμή $\sigma_{bm} = \frac{\sigma_{bsch}}{2} = 4.37 \text{ MPa}$ και εύρος $\sigma_{b\alpha} = \frac{\sigma_{bsch}}{2} = 4.37 \text{ MPa}$.

Η ισοδύναμη καμπτική τάση θα έχει μέση τιμή:

$$\sigma_{vbm} = \sigma_{bm} + \sigma_{zm} = 5.8 \text{ MPa}$$

και εύρος:

$$\sigma_{vb\alpha} = \sqrt{\sigma_{b\alpha}^2 + \left(\frac{\sigma_{bW}}{\sigma_{zW}} \sigma_{z\alpha}\right)^2} = 4.4 \text{ MPa}$$