

Πρόβλημα συμβατότητας βημάτων κοχλιών

Σε εφαρμογή μηχανισμού τάνυσης καλωδίου (τεντωτήρας) ένας δεξιόστροφος κοχλίας M30x3.5 βιδώνει σε κυάθιο (ποτήρι) με εσωτερικό σπείρωμα M30x3.5 και εξωτερική διάμετρο $\varnothing 40$. Τόσο ο κοχλίας όσο και το σώμα του τεντωτήρα είναι κατασκευασμένα από ΡΕΕΚ (πολυ-αιθερο-αιθερο-κετόνη) που έχει μέτρο ελαστικότητας 5 GPa, όριο διαρροής 75 MPa και επιμήκυνση θραύσης 120%. Επειδή ο τόννος έχει βλάβη και στο κιβώτιο σπειρωμάτων δεν ενεργοποιούνται τα μετρικά σπειρώματα, ο μηχανουργός προτείνει να κόψετε το θηλυκό σπείρωμα με τα εργαλεία του μετρικού σπειρώματος σύνδεσης και στις διαμέτρους του μετρικού μεν αλλά με 7 σπείρες ανά ίντσα που δίνει βήμα $25.4/7=3.634\text{mm}$. Ερωτάσθε πόσες σπείρες μπορείτε να βιδώσετε προτού υπερβείτε σε κάποιο από τα δύο ΣΜ το 70% της τάσης διαρροής σε εφελκυσμό ή συμπίεση. Αμελήστε την στρέψη και θεωρήστε συντελεστή τριβής ίσο με 0.2 σε όλες τις επιφάνειες.

Λύση:

Αφού ο κοχλίας έχει μικρότερο βήμα από το περικόχλιο θα υποστεί εφελκυσμό F_B και θα μεταβληθεί το μήκος του κατά $\Delta l_B = z(P^* - P_B)$, όπου z ο αριθμός των κοχλιωμένων σπειρών, P_B το βήμα του κοχλία πριν τη σύσφιξη και P^* το κοινό βήμα κοχλίας – περικοχλίου μετά τη σύσφιξη. Αντίθετα το περικόχλιο θα υποστεί συμπίεση F_N μειώνοντας το μήκος του κατά $\Delta l_N = z(P_N - P^*)$, όπου P_N το αρχικό του βήμα στην απαραμόρφωτη κατάσταση. Προφανώς οι παραπάνω δυνάμεις θα ισορροπούν ως οι μόνες εσωτερικές του συστήματος οπότε:

$$F_B = F_N \Rightarrow \frac{EA_B}{zP_B} \Delta l_B = \frac{EA_N}{zP_N} \Delta l_N \Rightarrow P^* = \frac{P_B P_N (A_B + A_N)}{A_B P_N + A_N P_B}$$

$$\text{όπου } A_B = \frac{\pi d_2^2}{4} = 626.8\text{mm}^2 \text{ η διατομή του κοχλίας και } A_N = \frac{\pi(D^2 - d_2^2)}{4} = 629.8\text{mm}^2 \text{ η διατομή του}$$

περικοχλίου, οπότε τελικά το κοινό βήμα των σπειρωμάτων μετά την κοχλίωση θα είναι $P^* = 3.566\text{mm}$. Η εφελκυστική τάση που καταπονεί τον κοχλία θα είναι

$$\sigma_B = \frac{F_B}{A_B} = E \left(\frac{P^*}{P_B} - 1 \right) = 94.3\text{MPa} \text{ και η θλιπτική που καταπονεί το περικόχλιο θα είναι}$$

$$\sigma_N = \frac{F_N}{A_N} = E \left(1 - \frac{P^*}{P_N} \right) = 93.6\text{MPa}. \text{ Αφού η μέγιστη εκ των δύο τιμών της τάσης υπερβαίνει το 70\% του}$$

ορίου διαρροής, δηλαδή $\sigma_B > 0.7\sigma_y = 52.5\text{MPa}$ συνάγεται το συμπέρασμα ότι δεν είναι δυνατόν να κοχλιωθεί καμία σπείρα.