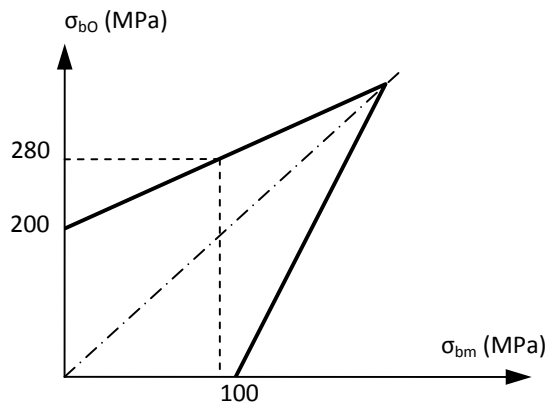
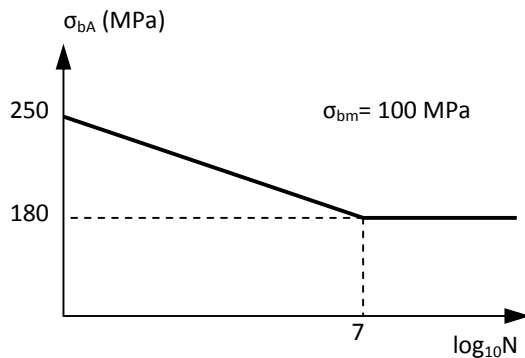


Το ημιαξόνιο ενός οχήματος αστόχησε από συνδυασμό εναλλασσόμενης κάμψης (λόγω ίδιου βάρους) και κυμαινόμενης στρέψης (λόγω ελκτικής δύναμης) έπειτα από 10^6 κύκλους κατά την καμπύλη Woehler που εικονίζεται στο σχήμα. Με δεδομένο το διάγραμμα Smith του υλικού για κάμψη ζητείται η ελάχιστη εκατοστιαία μείωση του βάρους του οχήματος ώστε να επιτευχθεί διαρκής αντοχή. Για διευκόλυνση θεωρήστε ότι το υλικό του ημιαξονίου ακολουθεί το κριτήριο Tresca και ότι η στρεπτική καταπόνηση δεν μεταβάλλεται με τη μείωση του βάρους. Επίσης θεωρήστε ότι η αντοχή σε εναλλασσόμενη στρέψη του υλικού είναι 180 MPa.



Λύση:

Από την καμπύλη Woehler προκύπτει ότι η ισοδύναμη καμπτική καταπόνηση του άξονα που προκάλεσε την αστοχία του ισούται με:

$$\sigma_{vba} = \sigma_{bA} = 250 - \frac{(250 - 180)}{7} \times \log_{10}(10^6) = 190 \text{ MPa}$$

Αφού η κάμψη είναι εναλλασσόμενη η μέση τιμή της καταπόνησης θα είναι:

$$\sigma_{bm} = \frac{\sqrt{4}\tau_{tsch}}{2} = 100 \text{ MPa} \text{ άρα } \tau_{tsch} = 100 \text{ MPa} \text{ (ο συντελεστής } \sqrt{4} = 2 \text{ προέκυψε από τη μετατροπή της}$$

διάτμησης σε ορθή τάση από τον τύπο του Tresca)

Η εναλλασσόμενη κάμψη θα είναι λοιπόν τέτοια ώστε:

$$\sigma_{vba} = \sqrt{\sigma_{bw}^2 + \left(\frac{\sigma_{bw}}{\tau_{tW}} \times \frac{\tau_{tsch}}{2} \right)^2} \text{ όπου } \frac{\sigma_{sch}}{2} \text{ το πλάτος της κυμαινόμενης καταπόνησης. Τελικά προκύπτει:}$$

$$\sigma_{bw} = \sqrt{190^2 - \left(\frac{200}{180} \times 50 \right)^2} = 181.7 \text{ MPa}$$

Έστω σ'_{bw} το νέο μειωμένο πλάτος της καμπτικής καταπόνησης. Τότε με αντοχή 180 MPa από την καμπύλη Woehler προκύπτει:

$$\sigma'_{bw} = \sqrt{180^2 - \left(\frac{200}{180} \times 50 \right)^2} = 171.2 \text{ MPa}$$

Η μεταβολή της καμπτικής συνιστώσας οφείλεται σε μείωση του βάρους του οχήματος κατά:

$$1 - \frac{171.2}{181.7} = 1 - 0.94 = 6\%$$