



Τεχνική Μηχανική

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Μέρος Β-Αντοχή Υλικών

Θερμική καταπόνηση

Άνθιμος Σ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ

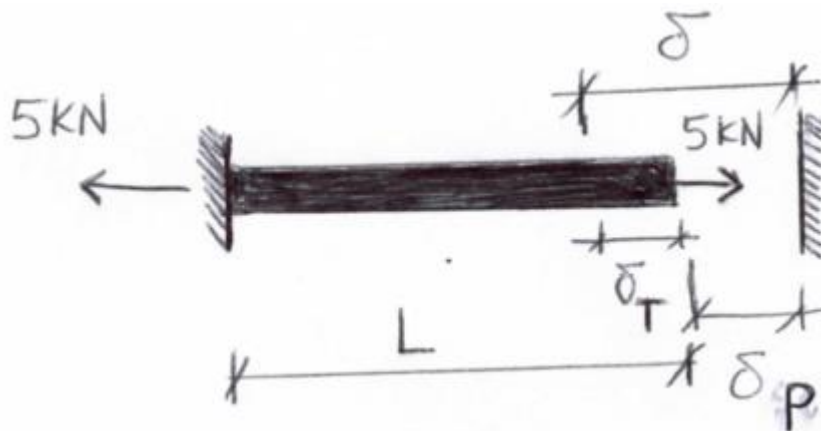
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Eurlng

Άσκηση 1

Συμπαγής κυλινδρική ράβδος βρίσκεται τοποθετημένη μεταξύ δύο δύσκαμπτων στοιχείων καταπονούμενη με εφελκυστικό φορτίο 5,0 kN στους 20 C°. Εάν υποθέσουμε ότι δεν πρέπει να ξεπεραστεί η επιτρεπόμενη τάση των 130 MPa στους - 20 C°, να βρεθεί η ελάχιστη διάμετρος της ράβδου προκειμένου να έχει ισχύ η προαναφερόμενη συνθήκη.

[Μέτρο ελαστικότητας $E = 200 \text{ GPa}$]

[Συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha = 11,7 \mu\text{m/m C}^\circ$]



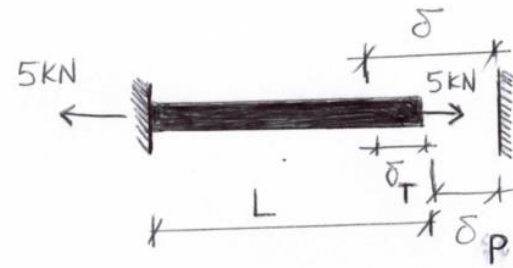
$$\delta = \delta_T + \delta_P$$

$$\sigma_{\max} = 130 \text{ MPa}$$

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$\theta_{\text{αρχ}} = -20^\circ \text{ C} ; \theta_{\text{ΤΕΛ}} = 20^\circ \text{ C}$$

$$\Delta T = (20 - (-20)) = 40^\circ \text{ C}$$



δ_T = μετακίνηση από θερμοκρασιακή μεταβολή

δ_P = μετακίνηση από την ασκούμενη δύναμη

δ = συνολική μετακίνηση

$$E = 200 \text{ GPa} = 200000 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_T + \sigma_P = \alpha E (\Delta T) + \frac{P}{A}$$

$$130 = (11,7 \times 10^{-6}) \times 200000 (40) + \frac{5000}{A}$$

$$A = \frac{5000}{36,40} = 137,36 \text{ mm}^2$$

$$A = 137,36 = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = 13,22 \text{ mm}$$

Άσκηση 2

Σε σωλήνα μήκους 100m η επιτρεπόμενη μετακίνηση είναι 3mm στους 20 C°.

- (α) Σε ποια θερμοκρασία θα ξεπεραστεί το επιτρεπόμενο όριο μετακίνησης;
(β) Ποία είναι η τάση που θα αναπτυχθεί στις προαναφερόμενες θερμοκρασιακές συνθήκες;

[Μέτρο ελαστικότητας $E = 200 \text{ GPa}$]

[Συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha = 11,7 \mu\text{m/m C}^\circ$].

- (α) Σε ποια θερμοκρασία θα ξεπεραστεί το επιτρεπόμενο όριο μετακίνησης;

$$\Delta l = \alpha L \Delta T = \alpha L (\theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}})$$

$$3 = 11,7 \times 10^{-6} \times 100 \times 1000 (\theta_{\text{τελ}} - 20)$$

$$\theta_{\text{τελ}} = 22,56 \text{ C}^\circ$$

- (β) Ποία είναι η τάση που θα αναπτυχθεί στις προαναφερόμενες θερμοκρασιακές συνθήκες;

$$\sigma = \alpha E \Delta T = 11,7 \times 10^{-6} \times 200000 (22,56 - 20)$$

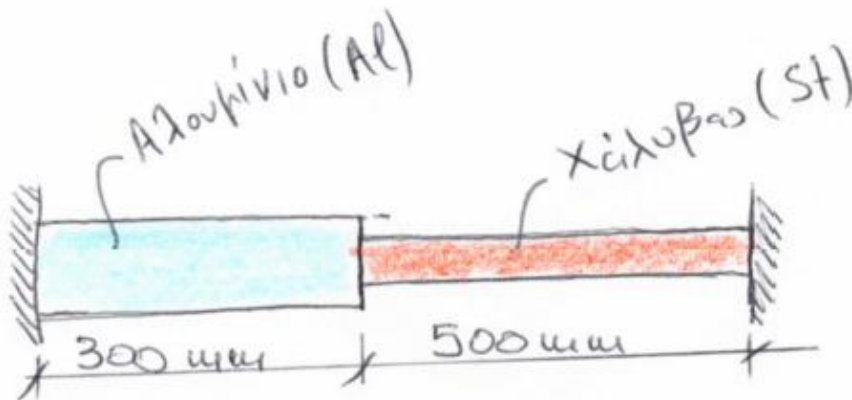
$$\sigma_{\text{max}} = 5,99 \text{ MPa}$$

Άσκηση 3

Θεωρούνται δύο συμπαγείς κυκλικές ράβδοι, από δύο διαφορετικά υλικά, [αλουμίνιο, Al, και χάλυβα St, όπως παρουσιάζεται σχετικά στο παρακάτω σχήμα. Οι ράβδοι στα άκρα τους είναι βρίσκονται σε επαφή με ακλόνητα στοιχεία.

Ζητείται:

Να υπολογιστεί η τάση για κάθε τμήμα στην υπόθεση ότι θα αναπτυχθεί μια θερμοκρασιακή μεταβολή της τάξης των 35 C° .



$$E_{Al} = 75 \text{ GPa}$$

$$\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} / \text{C}^\circ$$

$$E_{St} = 200 \text{ GPa}$$

$$\alpha_{St} = 11,7 \times 10^{-6} / \text{C}^\circ$$

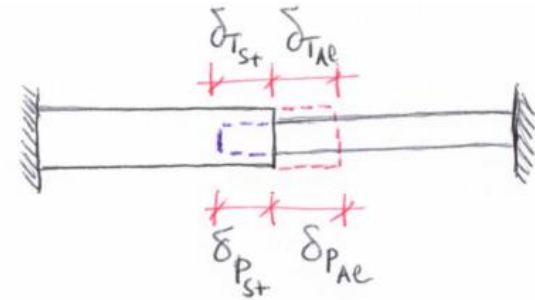
$$\Delta T = 35 \text{ C}^\circ$$

(i) Αρχικά βρίσκονται οι μετακινήσεις από την θερμοκρασιακή μεταβολή.

$$\delta_T = \alpha L \Delta T$$

$$\delta_{T_{\text{Ae}}} = 23 \times 10^{-6} \times 300 \times 35 = 0,24 \text{ mm}$$

$$\delta_{T_{\text{St}}} = 11,7 \times 10^{-6} \times 500 \times 35 = 0,20 \text{ mm}$$



(ii) Οι μετακινήσεις που προέρχονται από την θερμοκρασιακή μεταβολή είναι ίσες με αυτές που προέρχονται από τις αξονικές δυνάμεις.

$$\delta_{P_{\text{St}}} + \delta_{P_{\text{Ae}}} = \delta_{T_{\text{St}}} + \delta_{T_{\text{Ae}}}$$

(iii) Οι τάσεις προκύπτουν από την συνθήκη (ii)

$$\sigma = \epsilon E \Rightarrow \frac{N}{A} = \frac{\Delta l}{L} E \Rightarrow \delta = \frac{NL}{EA}$$

Θέτουμε:

$$\Delta l = \delta$$

Θέτουμε:

$$N = N_{ST} = N_{Al}$$

$$\delta_{P_{ST}} + \delta_{P_{Al}} = \delta_{T_{ST}} + \delta_{T_{Al}}$$

$$\left(\frac{NL}{EA}\right)_{ST} + \left(\frac{NL}{EA}\right)_{Al} = \delta_{T_{ST}} + \delta_{T_{Al}}$$

$$\frac{50,0 \text{ N}}{200.000 \times 2} + \frac{30,0 \text{ N}}{7500 \times 4} = 0,02 + 0,024$$

$$N = 19,55 \text{ kN}$$

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΩΝ
ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΕ
 KN/cm^2 & cm^2

Τάσεις στην ράβδο από χάλυβα:

$$\sigma_{ST} = \frac{P}{A_{ST}} = \frac{19,55}{2,0} = 9,77 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Τάσεις στην ράβδο από αλουμίνιο:

$$\sigma_{Al} = \frac{P}{A_{Al}} = \frac{19,55}{4,0} = 4,88 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Σημείωμα Αναφοράς σε έργα Τρίτων

Βιβλιογραφία

1. Beer F., Johnston E.R., Mazurek D.: Τεχνική Μηχανική-Στατική. Εκδόσεις Τζιόλα. Έκδ. 11^η 2019, [κωδ. Εύδοξος 59421317].
2. Gere J., Goodno B.: Αντοχή Υλικών. Εκδόσεις Τζιόλα. Έκδ. 9^η 2021, [κωδ. Εύδοξος 86055253].
3. Nash W.: Στατική και Μηχανική των Υλικών. Εκδόσεις Τζιόλα. Έκδ. 1^η 2002, [κωδ. Εύδοξος 18549012].
4. Π.Α. Βουθούνης: Τεχνική Μηχανική. Εκδόσεις Α. Βουθούνη. Έκδ. 10^η 2019, [ISBN 978-618-83280-4-4].
5. F.P. Beer, E.R. Johnston Jr., J.T. Wolf, D.F. Mazuerk: Μηχανική των Υλικών. Εκδόσεις Τζιόλα. Έκδ. 2012-2019. [ISBN: 978-960-418-381-4]. Ελληνική μετάφραση.
6. Π.Α. Βουθούνης: Στατική-Μηχανική του απαραμόρφωτου στερεού. Εκδόσεις Α. Βουθούνη. Έκδ. 6^η 2017, [ISBN 978-618-83280-1-3].
7. Π.Α. Βουθούνης: Αντοχή των Υλικών-Μηχανική του παραμορφώσιμου στερεού. Εκδόσεις Α. Βουθούνη. Έκδ. 4^η 2019, [ISBN 978-618-83280-3-7].
8. Μ. Ματσιοκούδη-Ηλιοπούλου: Τεχνική Μηχανική: Αρχές Στατικής και Εισαγωγή στην Θεωρία των Παραμορφώσιμων Σωμάτων. Εκδόσεις Ζυγός. Έκδοση 1991/2016. [ISBN13: 97896080652533], [κωδ. Εύδοξος 1753].
9. Γ. Γκρός. Μηχανική. Τόμος Α. Ευγενίδιο Ίδρυμα, 1976.

Σημείωμα αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

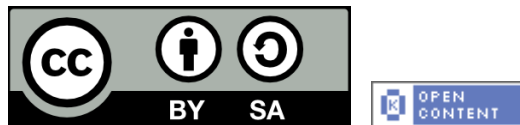
Άνθιμος Σ. Αναστασιάδης. «Τεχνική Μηχανική: Στατική και Αντοχή Υλικών». Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων & Συστημάτων. Έκδοση 5^η , Κοζάνη, 2025.

Διαθέσιμο από την διαδικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.uowm.gr/courses/MRE250/>

Σημείωμα αδειοδότησης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [<https://creativecommons.org/>] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- ❖ Σημείωμα Αναφοράς
- ❖ Σημείωμα Αδειοδότησης
- ❖ Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- ❖ Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει), μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Τέλος Ενότητας

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Θερμική καταπόνηση

