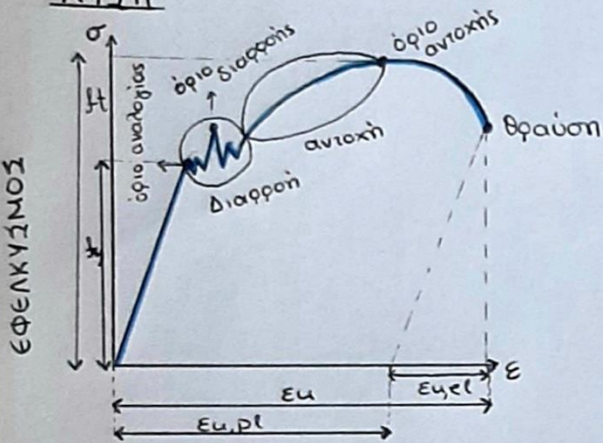


ΘΕΜΑ 1^ο

Σχεδιάστε το διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης σε εφελκυσμό για τον χάλυβα και του αλουμινίου (να γραφούν επί του διαγράμματος όλες οι λεπτομέρειες). Σχεδιάστε τα αντίστοιχα διαγράμματα για θλίψη. Ποια κριτήρια διαστασιολόγησης χρησιμοποιούνται για τα όλκια και ποια για τα ψαθυρά υλικά.

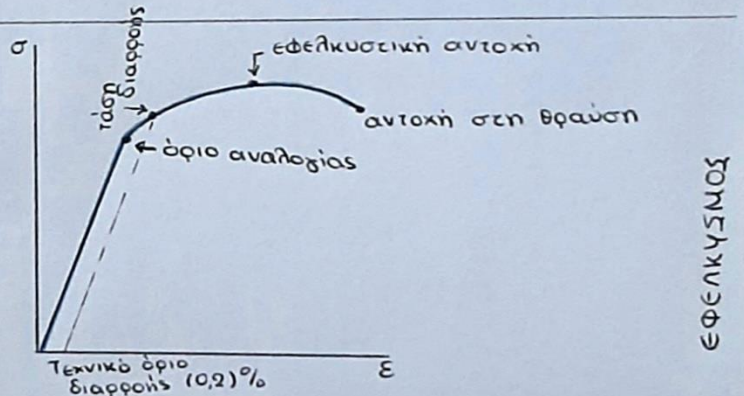
ΛΥΣΗ



ϵ_u : συνολική παραμόρφωση υπό το μέγιστο φορτίο.
 $\epsilon_{u,pl}$: πλαστική παραμένουσα παραμόρφωση
 $\epsilon_{u,el}$: ελαστική παραμόρφωση αντιστοιχούσα στο μέγιστο φορτίο.

← Διάγραμμα εφελκυσμού τάσης-παραμόρφωσης χάλυβα

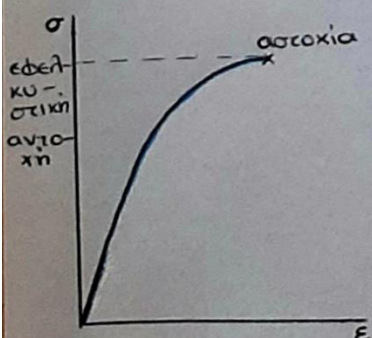
Διάγραμμα εφελκυσμού τάσης-παραμόρφωσης αλουμινίου



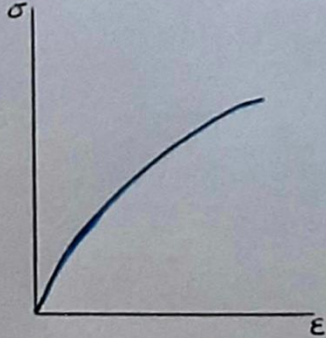
Στα ψαθυρά υλικά δεν υπάρχει πλαστική περιοχή, γιατί η θραύση επέρχεται πριν την παραμόρφωση. Ανέχονται γόνιμο πολύ μικρές παραμορφώσεις πλαστικές. (Παρατηρείται στον χάλυβα μετά από βαθιά και χωρίς ανάνηψη).

Στα όλκια υλικά η γόνιμη παραμόρφωση που πραγματοποιείται συνοδεύεται συνήθως από σκλήρυνση του υλικού. Η συμπεριφορά αυτή χαρακτηρίζει την πλειονότητα μετάλλων και κραμάτων.

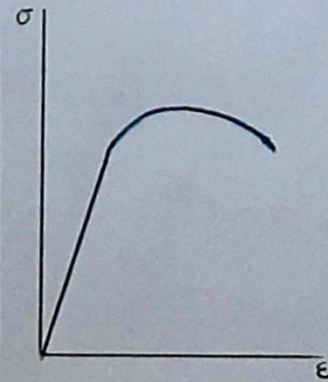
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ



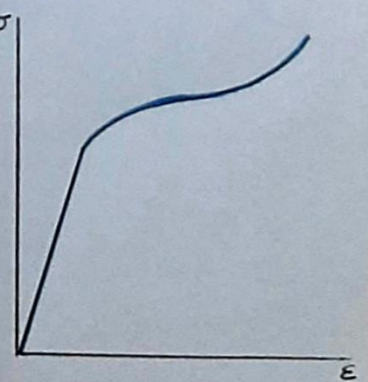
ΘΛΙΨΗ



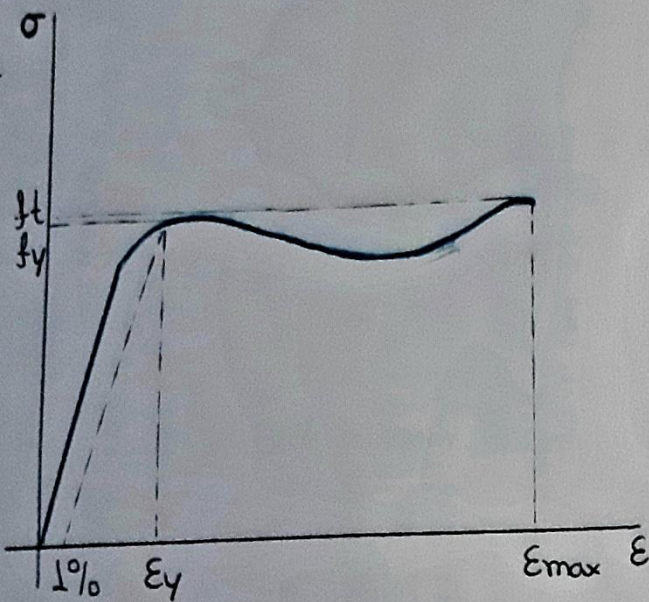
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ



ΘΛΙΨΗ



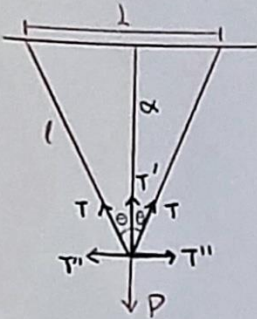
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΛΙΨΗΣ



Το διάγραμμα θλίψης, στρέφει, στη γενική περίπτωση τα κοίλα προς τον άξονα των ανηγμένων επιμηκύνσεων.

ΘΕΜΑ 2°

Να γίνει έλεγχος της αντοχής για το κάτωθι πρόβλημα. Δύο ράβδοι διατομής $A = 5 \text{ cm}^2$ η κάθε μία συνδέονται αρθρωτά στον κόμβο Δ όπου εφαρμόζεται κατακόρυφη δύναμη $P = 50 \text{ kN}$. Δίνονται: $\sigma_{\text{έν}}^{\text{εφ}} = 50 \text{ MPa}$, $L = 6,2 \text{ m}$, $l = 5,1 \text{ m}$.



ΛΥΣΗ

$$\begin{aligned} L &= 6,2 \text{ m} \\ l &= 5,1 \text{ m} \\ \sigma_{\text{έν}}^{\text{εφ}} &= 50 \text{ MPa} \\ P &= 50 \text{ kN} = 50 \cdot 10^3 \text{ N} \\ A &= 5 \text{ cm}^2 = 500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Στον άξονα γ ισχύει: $T' = P \Rightarrow$
 $T' = 50 \cdot 10^3 \text{ N}$
 $\sigma = \frac{T}{A} = \frac{40 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^2} \Rightarrow \sigma = 80 \text{ MPa}$
 $\sigma > \sigma_{\text{έν}}^{\text{εφ}}$, άρα ΔΕΝ το αντέχει

$$T = T' \cos \theta = 50 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 50 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-1} = 400 \cdot 10^2 \Rightarrow T = 40 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\cos \theta = \frac{\alpha}{l} = \frac{4,04}{5,1} \Rightarrow \cos \theta = 0,8$$

$$l = \sqrt{\alpha^2 + L^2/4} \Rightarrow l^2 = \alpha^2 + L^2/4 \Rightarrow \alpha^2 = l^2 - L^2/4 \Rightarrow \alpha = \sqrt{l^2 - L^2/4} \Rightarrow \alpha = \sqrt{96,01 - 9,61}$$

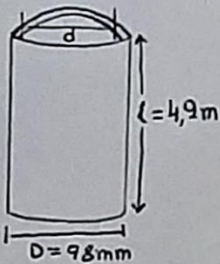
$$\Rightarrow \alpha = \sqrt{16,4} \Rightarrow \alpha = 4,04 \text{ m}$$

ΘΕΜΑ 3°

Χαλύβδινο υποστήλωμα ύψους $l = 4,9 \text{ m}$, διατομής κυκλικού δακτυλίου εξωτερικής διαμέτρου $D = 98 \text{ mm}$ και πάχους $5,2 \text{ mm}$ ενεργεί αξονικό θλιπτικό φορτίο $P = 10190 \text{ N}$ με τη βοήθεια άκαμπτης πλάκας. Ζητείται η παραμόρφωση, το τελικό γήκος του στύλου καθώς και η αναπασσόμενη ορθή τάση γύρω στο χάλυβα.

Δίνονται: $E = 210 \text{ GPa}$, $\sigma_{\text{έν}}^{\text{εφ}} = 420 \text{ MPa}$.

ΛΥΣΗ



Εξωτερική διάμετρος: $D = 98 \text{ mm}$

Εσωτερική διάμετρος: $d = D - 2 \cdot \text{πάχος} = 98 - 2 \cdot 5,2 = 98 - 10,4 \Rightarrow$

$$d = 87,6 \text{ mm}$$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{6,67 \text{ MPa}}{210 \cdot 10^3 \text{ MPa}} = 0,031 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \epsilon = 0,31 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{10.190 \text{ N}}{1.515,23 \text{ mm}^2} \Rightarrow \sigma = 6,67 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{n(D^2 - d^2)}{4} = \frac{n(9.604 - 7.673,76)}{4} = \frac{n \cdot 1.930,24}{4} = \frac{6.060,95}{4} \Rightarrow A = 1.515,23 \text{ mm}^2$$

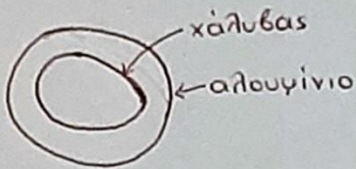
$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \Rightarrow 0,31 \cdot 10^{-4} = \frac{\Delta l}{4,9} \Rightarrow \Delta l = 1,302 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$L_{\text{τελ}} = \Delta l + l = 1,302 \cdot 10^{-4} + 4,9 =$$

$$\Rightarrow L_{\text{τελ}} = 0,0001302 + 4,9 = 4,9001302 \text{ m}$$

ΘΕΜΑ 4^ο

Υπολογίστε τις τάσεις και παραμορφώσεις που αναπτύσσονται σε χαλύβδινο κύλινδρο και ορειχάλκινο σωλήνα οι οποίοι συμπιέζονται μεταξύ άκαμπτων πλάκων γε θλιπτικό φορτίο $P = 910 \text{ kN}$. Δίνονται: $A_x = 78 \text{ cm}^2$, $A_o = 38 \text{ cm}^2$, $E_x = 200 \text{ GPa}$, $E_o = 99 \text{ GPa}$.



ΛΥΣΗ

$$P = 910 \text{ kN} = 910 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$A_x = 78 \text{ cm}^2 = 7.800 \text{ mm}^2 \text{ ή } 78 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$A_o = 38 \text{ cm}^2 = 3.800 \text{ mm}^2 \text{ ή } 38 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E_x = 200 \text{ GPa} = 200 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$E_o = 99 \text{ GPa} = 99 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$P = P_x + P_o \Rightarrow 910 \cdot 10^3 = P_x + P_o \quad \textcircled{1}$$

$$\Delta l_x = \Delta l_o \Rightarrow \frac{P_x \cdot l}{E_x A_x} = \frac{P_o \cdot l}{E_o A_o} \Rightarrow \frac{P_x}{200 \cdot 10^3 \cdot 78 \cdot 10^2} = \frac{P_o}{99 \cdot 10^3 \cdot 38 \cdot 10^2} \Rightarrow$$

$$\frac{P_x}{15.600} = \frac{P_o}{3.496} \Rightarrow P_x = \frac{15.600 P_o}{3.496} \Rightarrow P_x = 4,46 P_o \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow 910 \cdot 10^3 = 4,46 P_o + P_o \Rightarrow 5,46 P_o = 910 \cdot 10^3 \Rightarrow P_o = \frac{910 \cdot 10^3}{5,46} \Rightarrow$$

$$P_o = 38,46 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow 910 \cdot 10^3 = P_x + 38,46 \cdot 10^3 \Rightarrow P_x = 910 \cdot 10^3 - 38,46 \cdot 10^3 \Rightarrow P_x = 171,54 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{P_x}{A_x} = \frac{171,54 \cdot 10^3 \text{ N}}{78 \cdot 10^2 \text{ mm}^2} = 2,19 \frac{10^3}{10^2} \text{ MPa} = 2,19 \cdot 10 \Rightarrow \sigma_x = 21,9 \text{ MPa}$$

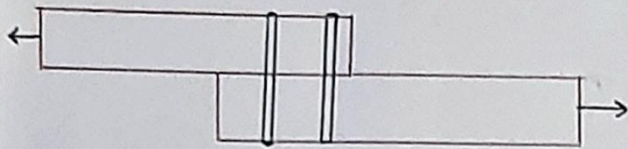
$$\sigma_o = \frac{P_o}{A_o} = \frac{38,46 \cdot 10^3 \text{ N}}{38 \cdot 10^2 \text{ mm}^2} = 1,01 \cdot 10 \Rightarrow \sigma_o = 10,1 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_x} = \frac{21,9 \text{ MPa}}{200 \cdot 10^3 \text{ MPa}} = 0,1095 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \epsilon_x = 1,095 \cdot 10^{-4}$$

$$\epsilon_o = \frac{\sigma_o}{E_o} = \frac{10,1 \text{ MPa}}{99 \cdot 10^3 \text{ MPa}} = 0,1097 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \epsilon_o = 1,097 \cdot 10^{-4}$$

ΘΕΜΑ 5

Υπολογίστε τη διάμετρο πυρήνα δύο κοχλιών εάν η εφελκυστική δύναμη των ελασμάτων είναι 52 kN και για το υλικό των κοχλιών είναι $\tau_{\text{en}} = 80 \text{ MPa}$.



ΛΥΣΗ

$$\sigma = \frac{P}{A}, \text{ πρέπει } \sigma \leq \tau_{\text{en}} \Rightarrow \frac{P}{A} \leq 80 \Rightarrow \frac{52 \cdot 10^3}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq 80 \Rightarrow$$

$$\frac{52 \cdot 10^3 \cdot 4}{3,14 d^2} \leq 80 \Rightarrow \frac{208 \cdot 10^3}{3,14 d^2} \leq 80 \stackrel{\times d^2 > 0}{\Rightarrow} \frac{208 \cdot 10^3}{3,14} \leq 80 d^2 \Rightarrow$$

$$66,242 \cdot 10^3 \leq 80 d^2 \stackrel{:80 > 0}{\Rightarrow} 0,828 \cdot 10^3 \leq d^2 \Rightarrow d^2 \geq 828 \Rightarrow \text{λύνω}$$

$$\text{την εξίσωση: } d^2 = 828 \Rightarrow d = \sqrt{828} \Rightarrow d = 28,77 \text{ mm}$$

Οπότε έχουμε ότι, η διάμετρος του πυρήνα των δύο κοχλιών πρέπει να είναι $d \geq 28,77 \text{ mm}$