



ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΙ

των σπουδαστών του 2^ο εξαμήνου
της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών

(Δευτέρα, 1 Σεπτεμβρίου 2003, ώρα 12:00)

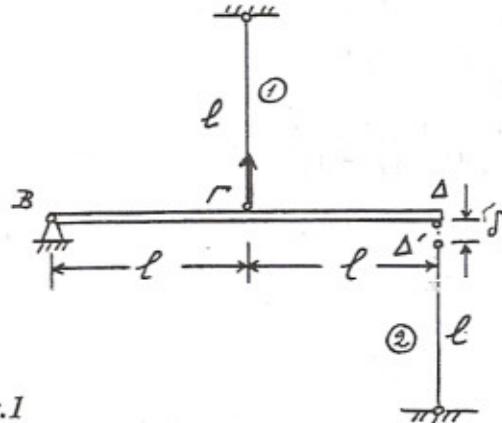
Διδάσκοντες: Πάζης Δημήτριος, Επίκουρος καθηγητής ΕΜΠ
Κουρκούλης Σταύρος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Οδηγίες προς τους εξεταζομένους:

- Η διάρκεια της εξετάσεως είναι 3 ώρες.
- Το φύλλο εξετάσεων αποτελείται από δύο σελίδες και περιέχει 4 (τέσσερα) ζητήματα.
- Απαντήστε σε όλα τα ζητήματα. Η βαθμολογία κάθε ζητήματος αναγράφεται στην αντίστοιχη εκφώνηση.
- Να απαντάτε αποκλειστικά και μόνον σε ότι ζητείται δικαιολογώντας επαρκώς τις απαντήσεις σας. Αδικαιολόγητες απαντήσεις δεν λαμβάνονται υπ' όψin και δημιουργούν αρνητική εικόνα κατά την βαθμολόγηση του γραπτού σας.

ZHTHMA 1^ο (25 μονάδες)

Η στερεά και απαραμόρφωτη δοκός ΒΔ, στηρίζεται με άρθρωση στο Β και σε δύο επί πλέον ράβδους 1 και 2 που είναι από το ίδιο ελαστικό - τελείως πλαστικό υλικό με μέτρο ελαστικότητας $E=210 \text{ GPa}$ και τάση διαρροής $\sigma_d=180 \text{ MPa}$. Λόγω κατασκευαστικού σφάλματος η ράβδος 2 είναι κατά δ μικρότερη από δύο θα έπρεπε, όπως φαίνεται με υπερβολή στο Σχ.1. Επίσης οι ράβδοι έχουν τις ίδιες διατομές $A=1 \text{ cm}^2$ και ίσα ονομαστικά μήκη $l=2 \text{ m}$.



Σχ. I

- a. Θεωρώντας τη δοκό ΒΔ αβαρή υπολογίστε την οριακή τιμή δ_0 του δ για την οποία αν συνδέουμε δια της βίας τα σημεία Δ και Δ', θα διαρρεύσει μία από τις δύο ράβδους.
b. Αν η δοκός ΒΔ είναι ομογενής και έχει βάρος $G=90 \text{ kN}$ υπολογίστε πάλι την οριακή τιμή δ_0 του δ για την οποία θα διαρρεύσει μία από τις δύο ράβδους. Τι παρατηρείται στην περίπτωση αυτή;

ZHTHMA 2^ο (30 μονάδες)

Σε σημείο P ελαστικού-τελείως πλαστικού σώματος που καταπονείται με δύο διαφορετικούς τρόπους είναι γνωστό ότι:

$$\sigma_{x'x} = -292,8 \text{ MPa}, \quad \sigma_{y'y} = 107,3 \text{ MPa}, \quad -\sigma_{x'y'} = 50 \text{ MPa}.$$

i. Κατά την πρώτη καταπόνηση η εντατική κατάσταση είναι επίπεδη και δίνεται σε ένα σύστημα αξόνων Px yz από τις τάσεις $\sigma_{xx}=250 \text{ MPa}$, $\sigma_{yy}=150 \text{ MPa}$ και $\sigma_{xy}=50 \text{ MPa}$.

ii. Κατά την δεύτερη καταπόνηση η παραμορφωσιακή κατάσταση είναι επίπεδη και δίνεται σε ένα σύστημα αξόνων Px'y'z' από τις παραμορφώσεις $\epsilon_{xx}=-1.625 \times 10^{-3}$, $\epsilon_{yy}=-9.75 \times 10^{-4}$ και $\epsilon_{xy}=3.25 \times 10^{-4}$.

Το σύστημα Px'y'z' προκύπτει από το Px yz με στροφή $\theta=+45^\circ$ περί τον άξονα Pz. Οι ελαστικές σταθερές του υλικού είναι $E=200 \text{ GPa}$ και $v=0.3$. Η τάση διαρροής σε εφελκυσμό είναι $\sigma_d=280 \text{ MPa}$.

a. Υπολογίστε για την πρώτη καταπόνηση τις κύριες τάσεις, τη μέγιστη διατμητική τάση και σχεδιάστε τον αντίστοιχο κύκλο του Mohr.

b. Υπολογίστε για την δεύτερη καταπόνηση τις κύριες τάσεις και τη μέγιστη διατμητική τάση.

γ. Υπολογίστε τις κύριες τάσεις, τις κύριες παραμορφώσεις και τις διευθύνσεις των κύριων αξόνων στο σημείο P, όταν αυτό καταπονείται ταυτόχρονα και με τους δύο παραπάνω τρόπους.

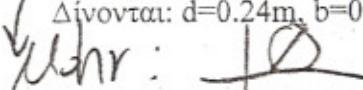
δ. Ελέγχετε αν είτε στην πρώτη είτε στη δεύτερη καταπόνηση εχουμε αστοχία σύμφωνα με το κριτήριο Mises. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που οι δύο καταπονήσεις δρουν ταυτόχρονα;

ZHTHMA 3^o (25 μονάδες)

Ένας λεπτότοιχος σωλήνας με εξωτερική διάμετρο d χρησιμοποιείται για την μεταφορά μίας στρεπτικής ροπής και μίας αξονικής θλιπτικής δύναμης. Ο σωλήνας είναι κατασκευασμένος από λεπτό ατσάλινο έλασμα πλάτους b που έχει περιτυλιχθεί και ηλεκτροσυγκολληθεί. Έτσι σε μία διατομή του σωλήνα έχουμε μία διατμητική τάση τ και μία θλιπτική τάση σ , όπως φαίνεται στο Σχ.3. Για ποια τιμή του λόγου σ/τ η ραφή της ηλεκτροσυγκόλλησης δεν καταπονείται διατμητικά; Στην περίπτωση αυτή υπολογίστε:

- α. Την ορθή τάση που καταπονεί τη ραφή και
- β. Την μέγιστη διατμητική τάση στον σωλήνα και τα επίπεδα που εμφανίζεται αυτή.

Δίνονται: $d=0.24\text{m}$, $b=0.36\text{ m}$ και $\sigma=-4000 \text{ N/mm}^2$. (90-θ) Σημ Σχ.3



ZHTHMA 4^o (20 μονάδες)

Από κυλινδρικό κορμό δένδρου διαμέτρου $d=50 \text{ cm}$ πρόκειται να διαμορφωθεί πρισματική δοκός διαστάσεων διατομής $b \times h$, όπως φαίνεται στο Σχ.4a.

- α. Υπολογίστε τα b και h ώστε η δοκός να έχει τη μέγιστη φέρουσα ικανότητα σε κάμψη. (Σχ.4a)
- β. Αν το μήκος της δοκού είναι 2 m και πακτωθεί στο ένα άκρο της να υπολογίστε τη μέγιστη τιμή ομοιομόρφου φορτίου q που μπορεί να ασκηθεί ώστε η δοκός να μην αστοχήσει. Η τάση θραύσεως του ξύλου σε εφελκυσμό είναι 50 MPa και σε θλίψη 60 MPa . (Συνιελεστής ασφαλείας 1.4). (Σχ.4β)

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ:

$$\sigma_{x'x'} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} + \frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2} \cos 2\theta + \sigma_{xy} \sin 2\theta,$$

$$\sigma_{y'y'} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} - \frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2} \cos 2\theta - \sigma_{xy} \sin 2\theta, \quad \sigma_{x'y'} = -\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2} \sin 2\theta + \sigma_{xy} \cos 2\theta$$

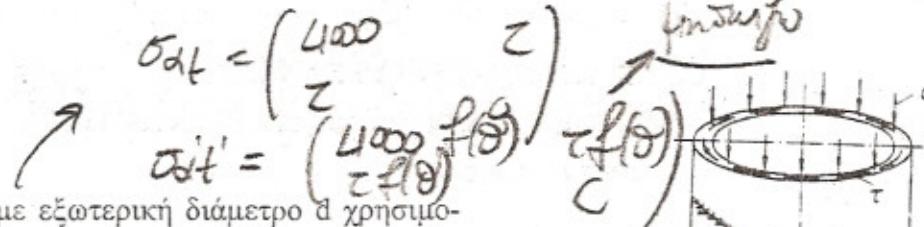
$$\varepsilon_{xx} = \frac{1}{E} (\sigma_{xx} - \nu(\sigma_{yy} + \sigma_{zz}))$$

$$\gamma_p = \frac{\sigma_p}{G}, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

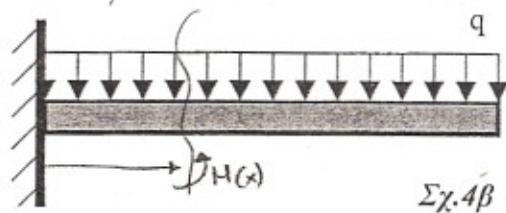
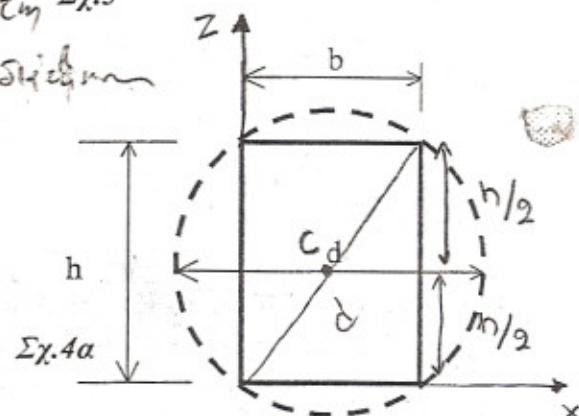
$$\sigma_{I,II} = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \sigma_p^2}$$

$$\tan 2\theta = \frac{2\sigma_p}{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}, \quad \sigma_{I\sigma} = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

$$\sigma_{I\sigma} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_I - \sigma_{II})^2 + (\sigma_{II} - \sigma_{III})^2 + (\sigma_{III} - \sigma_I)^2}$$



ψηφον έτοιμη



Σχ.4β