



Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Μηχανική»
Εξέταση στο μάθημα «Εμβιομηχανική των Μαλακών Ιστών»
Διδάσκων: Επίκουρος Καθηγητής Α. Ευταξιόπουλος
6-7-2009

Θέμα 1 (40%)

Σύνδεσμος αποτελείται από συμπιεστό, εγκάρσιως ισότροπο υλικό, με συνάρτηση πυκνότητας ενέργειας παραμόρφωσης

$$W = \frac{a}{b} e^{b(I_1-3)} + c \varepsilon_{33}^2 \quad (1)$$

ανά μονάδα όγκου στην απαραμόρφωτη κατάσταση. Τα a , b και c είναι σταθερές. Ο σύνδεσμος υποβάλλεται στην παραμόρφωση που περιγράφεται από την απεικόνιση

$$z_1 = Z_1(1 + 2Z_1) \quad (2)$$

$$z_2 = Z_2(1 + Z_2) \quad (3)$$

$$z_3 = 0.5Z_3 \quad (4)$$

όπου (z_1, z_2, z_3) και (Z_1, Z_2, Z_3) είναι οι θέσεις των υλικών σημείων του ιστού στην παραμορφωμένη και στην απαραμόρφωτη κατάσταση αντίστοιχα, αναφερόμενες στο ίδιο Καρτεσιανό σύστημα. Να υπολογιστεί η τάση κατά Cauchy σ^{1*1*} για το υλικό σημείο που στην απαραμόρφωτη κατάσταση έχει τη θέση $(1, 1, 1)$.

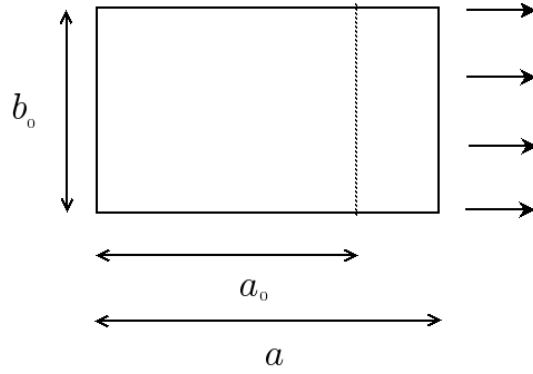
Θέμα 2 (40%)

Ένα δοκίμιο μαλακού εμβρυακού ιστού, έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου, με διαστάσεις a_0 , b_0 και c_0 κατά τις διευθύνσεις X_1 , X_2 και X_3 αντίστοιχα, στην απαραμόρφωτη κατάσταση. Το υλικό του ιστού είναι ισότροπο και ασυμπιεστό, με συνάρτηση πυκνότητας ενέργειας παραμόρφωσης

$$W = C_1(I_1 - 3)^2 + C_2(I_2 - 3)^3 \quad (5)$$

όπου C_1 και C_2 είναι σταθερές. Πειραματική διάταξη διαξονικής καταπόνησης, διατηρεί το πάχος b_0 του δοκιμίου σταθερό, ενώ εφελκύει τον ιστό κατά τη διεύθυνση X_1 , με συνέπεια το μήκος του να γίνει a . Θεωρούμε ότι έχουμε ομοιόμορφη εντατική κατάσταση. Να βρεθούν:

1. Το νέο πάχος c του ιστού στην παραμορφωμένη κατάσταση.
2. Οι κύριες παραμορφώσεις κατά Lagrange.
3. Οι δυνάμεις P_1 και P_2 που ασκούνται κατά τις διευθύνσεις X_1 και X_2 στο δοκίμιο.



Θέμα 3 (20%)

Χρησιμοποιώντας ισορροπία δυνάμεων, να δείξετε ότι κατά το πείραμα ταυτόχρονου εφελκυσμού και ομοιόμορφης διόγκωσης αρτηρίας, ισχύει η συνοριακή συνθήκη

$$\pi a^2 P + N = 2\pi \int_a^b \hat{\sigma}_{zz} r dr \quad (6)$$