



Πάτρα 11 Σεπτεμβρίου 2009  
(διάρκεια εξέτασης 2:00 ώρες)

## ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

### ΘΕΜΑ 1°

Α) Ένα δοκίμιο με αρχικό μήκος  $l_0$  εφελκύεται και επιμηκύνεται σε μήκος  $l_1$ . Στη συνέχεια, το ίδιο δοκίμιο επιμηκύνεται σε μήκος  $l_2$ . Να δείχτει αν ισχύει ο νόμος της επαλληλίας των παραμορφώσεων: (i) για την περίπτωση των πραγματικών παραμορφώσεων και (ii) για την περίπτωση των ονομαστικών παραμορφώσεων.

Β) Δίδεται κυλινδρικό δοκίμιο με αρχική διατομή  $S_0$  και αντοχή σε εφελκυσμό  $R_m$ . Αν το δοκίμιο προενταθεί και αποκτήσει την παραμόρφωση  $\epsilon_1$  να υπολογιστεί η αντοχή του υλικού μετά την προένταση. Η επίδραση της ενδοτράχυνσης στην δύναμη θραύσης του υλικού να παραληφθεί.

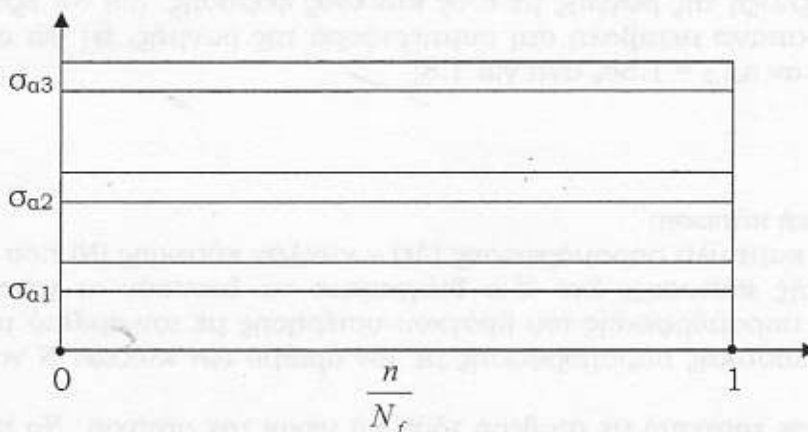
Γ) Εξηγήστε τη διαφορά ανάμεσα στο όριο αναλογίας, το όριο ελαστικής περιοχής και το τεχνητό όριο διαρροής. Δείξτε τα όρια αυτά σε ένα διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης.

Δ) Αν το δοκίμιο καταπονέθει σε εφελκυσμό με τάση  $\sigma = 1.2R_p$  και στη συνέχεια αποφορτιστεί και καταπονέθει εκ νέου σε εφελκυσμό μέχρι τη θραύση, να παρασταθεί γραφικά η νέα καμπύλη ονομαστικής τάσης-ονομαστικής παραμόρφωσης και να εξηγηθούν οι διαφορές που παρατηρούνται ως προς την αρχική.  $R_p$  το όριο διαρροής.

### ΘΕΜΑ 2°

Α) Ποιά είναι τα βασικά στάδια συσσώρευσης της βλάβης κόπωσης μέχρι την αστοχία ενός μεταλλικού υλικού;

Β) Τρία δοκίμια του ίδιου υλικού καταπονούνται σε κόπωση με τάσεις  $\sigma_{a1} = 1.1\sigma_D$ ,  $\sigma_{a2} = 1.5\sigma_D$  και  $\sigma_{a3} = 2\sigma_D$ , όπου  $\sigma_D$  το όριο διαρκούς αντοχής σε κόπωση του υλικού.

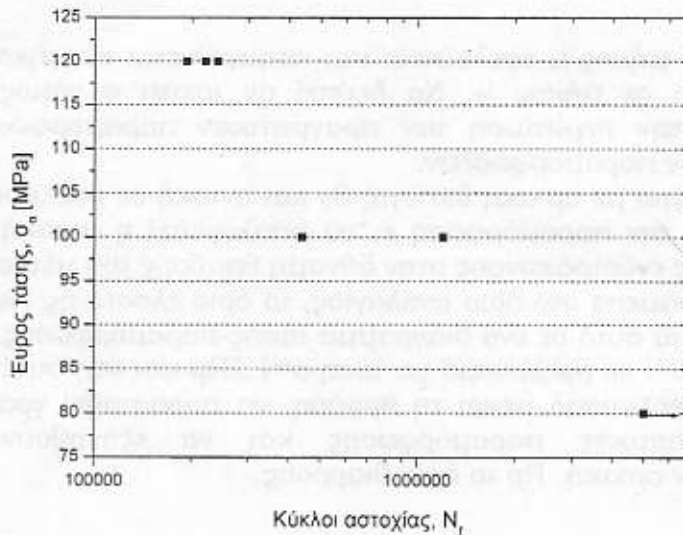


Να συμπληρώσετε ποιοτικά στο διάγραμμα που δίνεται τις περιοχές που αντιστοιχούν στα παραπάνω στάδια συσσώρευσης της βλάβης.  $N_f$  είναι η διάρκεια ζωής σε κόπωση και  $n$  ο αριθμός κύκλων κόπωσης.



Καθηγητής Σπ. Παντελάκης

Γ) Ένας μηχανικός καλείται να κατασκευάσει την καμπύλη S-N ενός μεταλλικού υλικού. Έχει ήδη πραγματοποιήσει 6 δοκιμές τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Δεδομένου ότι έχει ακόμη 2 δοκιμα στη διάθεση του, σε ποιες τάσεις θα προτεινάτε να δοκιμαστούν τα δοκιμα αυτά; Η απάντησή σας να αιτιολογηθεί. (Το τεχνητό όριο διαρκούς αντοχής ορίστηκε ίσο με  $5 \times 10^6$  κύκλους).



Δ) Ένα δοκίμιο με αρχική ρωγμή  $a_0$  καταπονείται σε κόπωση με  $R=0.1$  και σταθερό εύρος τάσης  $\sigma_a$ . (i) Να δείξετε γραφικά την εξέλιξη του μήκους της ρωγμής με τους κύκλους φόρτισης. (ii) Αν για  $\frac{N}{N_f} = 0.5$  και  $0.7$  εξασκηθούν 2 υπερφορτίσεις με  $\sigma_{a1,2} = 1.8\sigma_a$ , να δειχθεί στο ίδιο διάγραμμα ποιοτικά πώς θα αλλάξει η εξέλιξη της ρωγμής με τους κύκλους φόρτισης. (iii) Να εξηγήσετε τον λόγο που προκαλείται η παραπάνω μεταβολή στη συμπεριφορά της ρωγμής. (iv) Θα άλλαζε κάτι στη συμπεριφορά του υλικού αν  $\sigma_{a1,2} = 1.5\sigma_a$  αντί για  $1.8$ ;

### ΘΕΜΑ 3°

Α) Τι ονομάζουμε ολιγοκυκλική κόπωση;

Β) Να παρασταθεί γραφικά η καμπύλη παραμόρφωσης ( $\Delta\epsilon$ ) - κύκλων κόπωσης ( $N$ ) που προκύπτει από πειράματα ολιγοκυκλικής κόπωσης. Στο ίδιο διάγραμμα να δειχτούν οι μεταβολές της ελαστικής και της πλαστικής παραμόρφωσης του βρόγχου υστέρησης με τον αριθμό των κύκλων κόπωσης. (Η μεταβολή της πλαστικής παραμόρφωσης με τον αριθμό των κύκλων  $N$  να θεωρηθεί γραμμική).

Γ) Ένα δοκίμιο καταπονείται σε ερπυσμό με σταθερή τάση ( $\sigma$ ) μέχρι την αστοχία. Να παρασταθεί γραφικά η καμπύλη της παραμόρφωσης ερπυσμού ( $\epsilon_c$ ) με τον χρόνο ( $t$ ), μέχρι την αστοχία σε χρόνο  $t_f$ . Αν για  $\frac{t}{t_f} = 0.5$  η τάση μεταβληθεί απότομα σε  $\sigma_1 = 1.5\sigma$  και διατηρηθεί σταθερή μέχρι

την αστοχία, να παρασταθεί γραφικά στο ίδιο διάγραμμα η καμπύλη παραμόρφωσης ερπυσμού-χρόνου μετά την αύξηση της τάσης.