



Πάτρα 25 Ιανουαρίου 2005
Διάρκεια Εξέτασης: 2 ώρες

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ

ΘΕΜΑ 1^ο:

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 ϵ_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 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^ο:

α) Η συσσώρευση βλάβης κόπωσης ενός υλικού δίδεται από την σχέση $D = \left(\frac{n}{N_f}\right)^m$.

Δίδονται οι τάσεις κόπωσης σ_{a1} και σ_{a2} , με $\sigma_{a1} > \sigma_{a2}$. Αν το υλικό καταπονέθει πρώτα με σ_{a1} για ποσοστό της διάρκειας ζωής του $\frac{n}{N_f} = 0.3$, να δείχτει γραφικά αν η εφαρμογή του

κανόνα του Miner θα οδηγήσει σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση της αναμενόμενης διάρκειας ζωής του υλικού σε κόπωση.

β) Σε ένα έλασμα που αποτελεί δομικό στοιχείο μιας κατασκευής που καταπονείται σε κόπωση με σταθερό εύρος τάσης, βρέθηκε μετά από μη-καταστροφικό έλεγχο εσωτερική ρωγμή μήκους 10mm. Η μέγιστη τάση λειτουργίας του στοιχείου είναι 100MPa, το όριο διαρροής του υλικού είναι 370MPa και ο κρίσιμος συντελεστής έντασης τάσης είναι $K_{cr} = 130MPa\sqrt{m}$.

(i) Θα επιτρέπατε την λειτουργία της κατασκευής μετά από αυτήν την επιθεώρηση αν γνωρίζετε ότι μέχρι την επόμενη προγραμματισμένη επιθεώρηση η ρωγμή μπορεί να μεγαλώσει μέχρι 15mm στη χειρότερη περίπτωση;



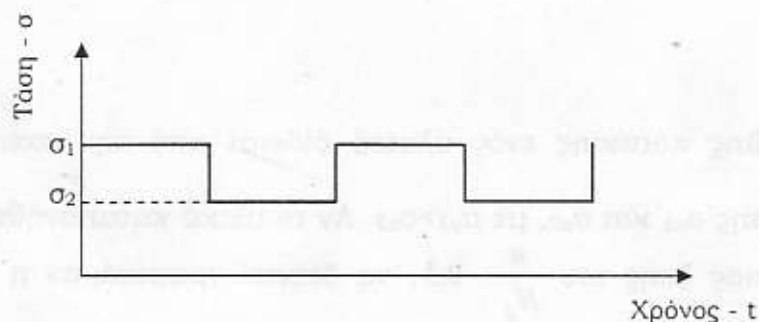
(ii) Εάν η παραπάνω περίπτωση περιλαμβάνει μια υπερφόρτιση, π.χ. $\sigma_{\text{υπερ}} = 1.8\sigma_{\text{max}}$, ο κίνδυνος για αστοχία γίνεται μεγαλύτερος ή μικρότερος και γιατί; Να γίνει το σχετικό γράφημα.

ΘΕΜΑ 3^ο:

α) Ένα δοκίμιο καταπονείται σε ερπυσμό με σταθερή τάση (σ) μέχρι την αστοχία. Να παρασταθεί γραφικά η καμπύλη της παραμόρφωσης ερπυσμού (ϵ_c) με τον χρόνο (t), μέχρι την αστοχία σε χρόνο t_f . Να αναγραφούν στο διάγραμμα οι χαρακτηριστικές περοοχές της καμπύλης.

β) Για την διαστασιολόγηση ενός ατμαγωγού από χάλυβα ο οποίος λειτουργεί σε θερμοκρασίες $0.5T_m$ (όπου T_m η απόλυτη θερμοκρασία τήξης) είναι διαθέσιμα πειραματικά αποτελέσματα της συνάρτησης τάσης ερπυσμού-διάρκειας ζωής για διάρκεια ζωής έως 3000 ώρες. Να αιτιολογήσετε αν θα επιλεγεί μεγαλύτερος συντελεστής ασφαλείας για ένα ατμαγωγό που σχεδιάζεται για διάρκεια ζωής 100000 ώρες ή για ένα άλλο που σχεδιάζεται για διάρκεια ζωής 3000 ώρες.

γ) Δύο από τους παραπάνω ατμαγωγούς σχεδιάστηκαν ώστε η παραμόρφωση ερπυσμού να μην ξεπεράσει μια κρίσιμη τιμή της παραμόρφωσης ερπυσμού ϵ_c . Οι ατμαγωγοί καταπονούνται με ορθογωνικά μεταβαλλόμενη τάση με τον χρόνο, όπως στο παρακάτω σχήμα:



Αν η διάρκεια καταπόνησης σε σ_1 είναι ίση με την διάρκεια καταπόνησης σε σ_2 και για τους δύο ατμαγωγούς, αλλά ο πρώτος καταπονείται με συχνότητα 10^{-4} Hz ενώ ο δεύτερος με 5×10^{-5} Hz, να αιτιολογηθεί και να δειχτεί γραφικά ποιος από τους δύο ατμαγωγούς αναμένετε ότι θα παρουσιάσει πρώτος την κρίσιμη παραμόρφωση ερπυσμού ϵ_c .