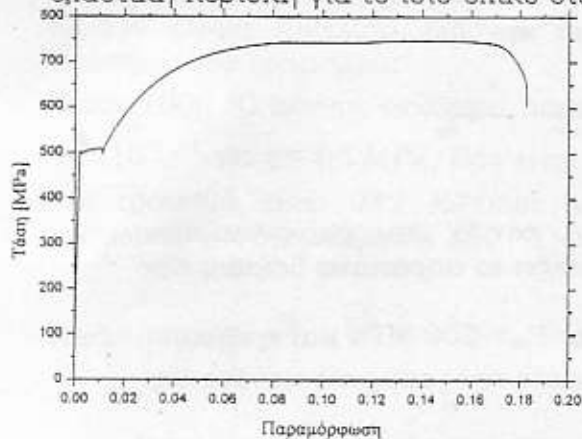


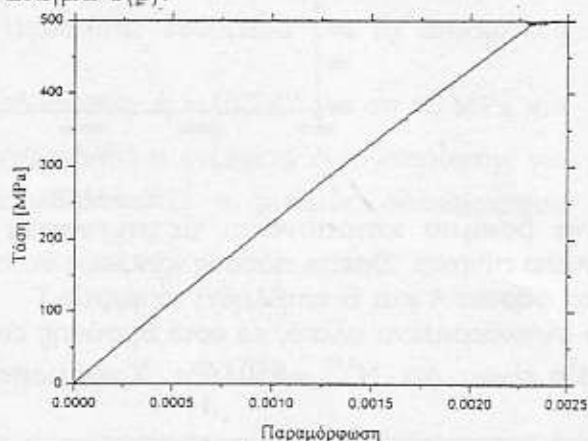
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ

ΘΕΜΑ 1^ο:

Δίνεται το διάγραμμα τάσης - παραμόρφωσης του Σχήματος 1(α) και η ελαστική περιοχή για το ίδιο υλικό στο Σχήμα 1(β).



Σχήμα 1(α)

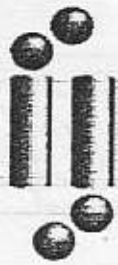


Σχήμα 1(β)

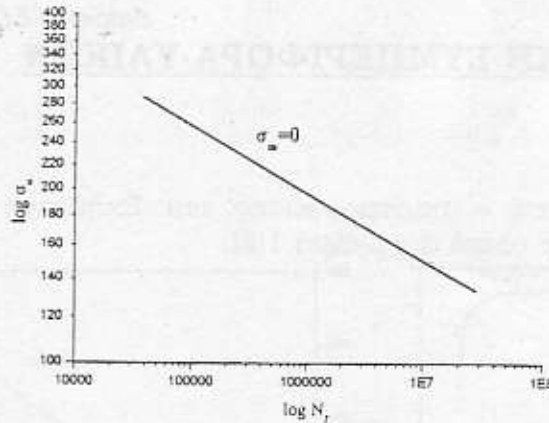
- Να δειχθούν στα σχήματα τα χαρακτηριστικά μεγέθη του υλικού και να υπολογιστούν οι τιμές τους.
- Για ποιο υλικό πρόκειται; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
- Να παρασταθεί ποιοτικά στο ίδιο σχήμα το διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης του ίδιου υλικού αν η θερμοκρασία της δοκιμής γίνει $0.5T_m$, όπου T_m η απόλυτη θερμοκρασία τήξης του υλικού. Να αιτιολογηθούν σύντομα οι διαφορές.
- Κυλινδρική ράβδος από το υλικό αυτό καταπονείται με φορτίο 1 kN. Να υπολογιστεί η διάμετρος της ώστε η παραμόρφωση να μην υπερβεί το 0.001 με συντελεστή ασφαλείας 2.
- Αναφέρετε 3 παράγοντες που επηρεάζουν το όριο διαρροής ενός πολυκρυσταλλικού μεταλλικού υλικού.

ΘΕΜΑ 2^ο:

(α) Δίδεται η καμπύλη Woehler του υλικού 7075 T6 Al (Σχήμα 2) για $\sigma_m=0$. Να ευρεθεί η καμπύλη Woehler του ίδιου υλικού για $\sigma_m=100\text{MPa}$ και να παρασταθεί γραφικά στο ίδιο σχήμα. Δίδεται η αντοχή του υλικού σε εφελκυσμό $R_m=572\text{MPa}$ και ο κανόνας του Goodman $\frac{\sigma_a}{\sigma_f} + \frac{\sigma_m}{R_m} = 1$. (Η καμπύλη Woehler για $\sigma_m=100\text{MPa}$ να κατασκευαστεί με τρία σημεία).



Καθηγητής Σπ. Παντελάκης



Σχήμα 2

(β) Ένα δοκίμιο καταπονείται με τα φορτία Α και Β που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Βρείτε πόσους κύκλους θα αντέξει το παραπάνω δοκίμιο εάν μετά τα φορτία Α και Β επιβληθεί το φορτίο Γ.

Για το συγκεκριμένο υλικό, το όριο θραύσης είναι $R_m = 500 \text{ MPa}$ και η εξίσωση Basquin είναι: $\Delta\sigma \cdot N_f^{0.07} = 650 \text{ MPa}$. Χρησιμοποιείστε τον γραμμικό κανόνα του Miner.

Καταπόνηση	Μέση τάση σ_m [MPa]	Εύρος τάσης σ_a [MPa]	Κύκλοι καταπόνησης
A	120	80	$2 \cdot 10^6$
B	80	100	$3 \cdot 10^5$
Γ	150	75	N_3

(γ) Ένα δοκίμιο με αρχική ρωγμή a_0 καταπονείται σε κόπωση με $R=0.1$ και σταθερό εύρος τάσης σ_a . (i) Να δείξετε γραφικά την εξέλιξη του μήκους της ρωγμής με τους κύκλους φόρτισης. (ii) Αν για $\frac{N}{N_f} = 0.5$ εξασκηθεί μια

υπερφόρτιση με $\sigma_{a1} = 1.8\sigma_a$ να δειχθεί στο ίδιο διάγραμμα πως θα αλλάξει η εξέλιξη της ρωγμής με του κύκλους φόρτισης. (iii) Να δειχθεί στο διάγραμμα τότε ο ρυθμός διάδοσης της ρωγμής θα γίνει ίδιος με αυτόν πριν την επιβολή της υπερφόρτισης; (iv) Πόσο θα μεταβληθεί η διάρκεια ζωής σε κόπωση του δοκιμίου λόγω της υπερφόρτισης;

(δ) Στην άτρακτο ενός αεροσκάφους, εντοπίστηκε μια ρωγμή μήκους 4 mm. Για μια πρώτη εκτίμηση της αντοχής της άτρακτου σε κόπωση, η περιοχή που βρίσκεται η ρωγμή μπορεί να θεωρηθεί ως πλάκα πολύ μεγάλου πλάτους. Το υλικό κατασκευής της άτρακτου είναι κράμα αλουμινίου 2024. Έχει επίσης υπολογιστεί ότι η συγκεκριμένη περιοχή της άτρακτου καταπονείται σε κόπωση, με σταθερό εύρος τάσεων από 0 ως 100 MPa. Να υπολογιστούν οι κύκλοι που απαιτούνται μέχρι η ρωγμή να φτάσει σε μήκος 10mm.

Το κράμα αλουμινίου 2024, ακολουθεί τον εξής νόμο διάδοσης ρωγμής:

$$\frac{da}{dN} = 2.5 \times 10^{-12} (\Delta K)^4, \text{ όπου το } \frac{da}{dN} \text{ είναι σε } m/\text{κύκλος και το } \Delta K \text{ σε } \text{MPa}\sqrt{m}$$



Καθηγητής Σπ. Παντελάκης

ΘΕΜΑ 3^ο:

(α) Σχεδιάστε ποιοτικά μια καμπύλη ερπυσμού για μεταλλικό υλικό που καταπονείται με σταθερή τάση σ σε θερμοκρασία $T=0.5T_m$ (όπου T_m η θερμοκρασία τήξης του υλικού) και να αναγραφούν στο σχήμα οι χαρακτηριστικές περιοχές της καμπύλης.

(β) Να παρασταθεί ποιοτικά στο ίδιο σχήμα η καμπύλη για $\sigma_1 > \sigma$ και $T=0.5T_m$ καθώς και η καμπύλη για για τάση σ και $T_1 < T$.

(γ) Για κράμα Νικελίου, δίδονται τα παρακάτω δεδομένα για το στάδιο του ομοιόμορφου ερπυσμού:

Στους 1000 °C έχουμε ταχύτητα παραμόρφωσης $\dot{\epsilon}_s = 10^{-4} s^{-1}$ για $\sigma = 15$ MPa και $\dot{\epsilon}_s = 10^{-5} s^{-1}$ για $\sigma = 4.5$ MPa. Εάν είναι γνωστό ότι η ενέργεια ενεργοποίησης για τον ερπυσμό είναι 272 KJ/mol, να υπολογιστεί ο ρυθμός ομοιόμορφου ερπυσμού για θερμοκρασία 850 °C και $\sigma = 25$ MPa.

Ισχύει: $\dot{\epsilon}_s = B \cdot \sigma^N \cdot e^{\frac{-Q}{RT}}$