



09 Οκτωβρίου 2007

ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ:

1. Το άριστα ισοδυναμεί με πλήρη απάντηση και των 6 θεμάτων.
2. Στις παρενθέσεις εντός των θεμάτων δηλώνεται το ποσοστό που λαμβάνει η κάθε ερώτηση στο συνολικό βαθμό του θέματος.
3. Όπου απαιτείται χρησιμοποιήστε στις απαντήσεις σας σκίτσα και διαγράμματα.
4. Θα πρέπει να αποδειχθούν όλες οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν

ΘΕΜΑ 1

(20%) Όταν ένα εξωτερικό φορτίο εφαρμόζεται σε ένα σύνθετο υλικό με ευθυγραμμισμένες ίνες οι τάσεις μεταδίδονται από τη μαλακή φάση (μήτρα) στην ισχυρή (ίνα) μέσω της μεταξύ τους διεπιφάνειας. Περιγράψτε τους μηχανισμούς μεταφοράς μηχανικού φορτίου και κάνετε μια σύντομη αναφορά στη θεωρία της «διατμητικής υστέρησης».

ΘΕΜΑ 2

(15%) Στα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ασυνεχείς ίνες απαιτείται ένα ελάχιστο κρίσιμο μήκος της ίνας για να έχουμε ουσιαστική αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας του σύνθετου υλικού. Εάν υποθέσουμε ότι η εφελκυστική αντοχή των ινών του πίνακα είναι περίπου 3 GPa να υπολογιστεί το ανηγμένο ως προς τη διάμετρο κρίσιμο μήκος κάθε τύπου συνθέτου υλικού:

Τύπος συνθέτου	Διατμητική Αντοχή Διεπιφάνειας / MPa
Ανθρακονήματα/ Εποξειδική Ρητίνη	15
Υαλονήματα/ Πολυεστέρας	20
Kevlar 49/ Εποξειδική Ρητίνη	30

Σχολιάστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τη διεύθυνση φόρτισης και προσανατολισμού των ινών του συνθέτου. ΠΡΟΣΟΧΗ: Αποδείξτε κάθε τύπο που θα χρησιμοποιηθεί.

ΘΕΜΑ 3

(20%) Ποιά (-οιες) από τις διαδικασίες *έλξη* (pultrusion), *περιέλιξης ινών* και *μεταφοράς με χύτευση ρητίνης*, θα μπορούσε να επιλέξει κανείς για να κατασκευάσει ενισχυμένους δοκούς μήκους 10 m και τετραγωνικής διατομής 100 cm². Δικαιολογήστε την απαντησή σας και περιγράψτε εν συντομία την μέθοδο που επιλέξατε.

ΘΕΜΑ 4

(15%) Οι δύο πιο οικονομικές ίνες ενίσχυσης είναι οι αραμιδικές και οι ίνες γυαλιού. Περιγράψτε περιληπτικά τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα κάθε μιας κατηγορίας και συγκρίνετε τις μηχανικές, θερμικές και χημικές ιδιότητες των

ΘΕΜΑ 5

(15%) Περιγράψτε με συντομία την αλληλουχία στρώσεων και υλικών για τη διαδικασία προετοιμασίας ενός πολύστρωτου υλικού πριν την εισαγωγή του στον αυτόκλειστο φούρνο. Πως ονομάζεται η διάταξη που περιγράψατε;

ΘΕΜΑ 6

(15%) Γράψτε τους τανυστές δυσκαμψίας C_{ij} για τα παρακάτω μέσα: Τρικλινές, Ορθότροπο, Εγκαρσίως Ισότροπο. Σχολιάστε τις διαφορές που παρατηρούνται.



11 Φεβρουαρίου 2008

ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ:

1. Το άριστα ισοδυναμεί με πλήρη απάντηση και των 6 θεμάτων.
2. Στις παρενθέσεις εντός των θεμάτων δηλώνεται το ποσοστό που λαμβάνει η κάθε ερώτηση στο συνολικό βαθμό του θέματος.
3. Όπου απαιτείται χρησιμοποιήστε στις απαντήσεις σας σκίτσα και διαγράμματα.
4. Θα πρέπει να αποδειχθούν όλες οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν

ΘΕΜΑ 1 (15%)

Περιγράψτε με συντομία και με τη βοήθεια σκίτσου την αλληλουχία στρώσεων και υλικών για τη διαδικασία προετοιμασίας ενός πολύστρωτου υλικού πριν την εισαγωγή του στον αυτόκλειστο φούρνο. Πως ονομάζεται η διάταξη που περιγράψατε;

ΘΕΜΑ 2 (15%)

Γράψτε τους τανυστές δυσκαμψίας C_{ij} για τα παρακάτω μέσα συνθέτων υλικών: Τρικλινές, Ορθότροπο, Εγκαρσίως Ισότροπο. Ποιό μέσο κατά τη γνώμη σας αντιστοιχεί σε μια μονοαξονική πλάκα συνθέτου υλικού το οποίο φορτίζεται στη διεύθυνση των ινών.

ΘΕΜΑ 3 (15%)

Για συγκεκριμένες κατηγορίες συνθέτων υλικών η διεπιφάνεια μεταξύ του ενισχυτικού μέσου και της μήτρας (π.χ ενός πολυμερούς) μπορεί να θεωρηθεί ως μια τρίτη φάση μη-μηδενικού πάχους. Περιγράψτε σχηματικά την πιθανή δομή αυτής της μεσοφάσης (i) σε κλίμακα μικρομέτρου και (ii) σε κλίμακα νανομέτρου.

ΘΕΜΑ 4 (15%)

Είναι δυνατό να παραχθεί σύνθετο υλικό που αποτελείται από συνεχείς και προσανατολισμένες αραμιδικές ίνες σε εποξειδική μήτρα, το οποίο να έχει διαμήκη και εγκάρσια μέτρα ελαστικότητας 35 GPa και 5,17 GPa, αντίστοιχα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας (θετική ή αρνητική). Υποθέστε ότι το μέτρο ελαστικότητας της ρητίνης είναι 3,4 GPa. Δίδεται το μέτρο ελαστικότητας των αραμιδικών ινών (Kevlar 49) που ισούται με 131 GPa.

ΘΕΜΑ 5 (20%)

Υπολογίστε τη διαμήκη εφελκυστική αντοχή ενός συνθέτου υλικού εποξειδικής μήτρας ενισχυμένο με ευθυγραμμισμένα υαλονήματα ογκομετρικού κλάσματος 0,25 για το οποίο η μέση διάμετρος της ίνας είναι 0,015 mm και το μέσο μήκος της 2,0 mm. Η εφελκυστική αντοχή των ινών είναι 3,5 GPa, η μέγιστη τάση στη μήτρα στο σημείο θραύσης των ινών είναι 5,5 MPa και η μέγιστη διατμητική τάση διεπιφανείας είναι 100 MPa.

ΘΕΜΑ 6 (20%)

Εάν επιθυμούσατε να κατασκευάσετε τα εξής στοιχεία/ προϊόντα από πολυμερή σύνθετα υλικά:

- (i) φορητές σκάλες πυροσβεστικής χρήσης
- (ii) πτερύγια ανεμογεννητριών και
- (iii) δοχείο μεταφοράς οξέων ποια τεχνική θα χρησιμοποιούσατε;

ΠΡΟΣΟΧΗ: Δικαιολογήστε την απάντησή σας και περιγράψτε περιληπτικά τις μεθόδους που θα επιλέξετε.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ



14 Σεπτεμβρίου 2009

ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ:

1. Το άριστα ισοδυναμεί με πλήρη απάντηση και των 6 θεμάτων.
2. Στις παρενθέσεις εντός των θεμάτων δηλώνεται το ποσοστό που λαμβάνει η κάθε ερώτηση στο συνολικό βαθμό του θέματος.
3. Όπου απαιτείται χρησιμοποιήστε στις απαντήσεις σας σκίτσα και διαγράμματα.
4. Θα πρέπει να αποδειχθούν όλες οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν

ΘΕΜΑ 1 (20%)

Στα σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ασυνεχείς ίνες απαιτείται ένα ελάχιστο κρίσιμο μήκος της ίνας για να έχουμε ουσιαστική αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας του συνθέτου υλικού. Εάν υποθέσουμε ότι η εφελκυστική αντοχή των ινών του πίνακα είναι περίπου 3 GPa να υπολογιστεί το ανηγμένο ως προς τη διάμετρο κρίσιμο μήκος κάθε τύπου συνθέτου υλικού:

Τύπος συνθέτου	Διατμητική Αντοχή Διεπιφανείας / MPa
Ανθρακονήματα/ Εποξειδική Ρητίνη	15
Υαλονήματα/ Πολυεστέρας	20
Kevlar 49/ Εποξειδική Ρητίνη	30

Σχολιάστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τη διεύθυνση φόρτισης και προσανατολισμού των ινών του συνθέτου.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Αποδείξτε κάθε τύπο που θα χρησιμοποιηθεί.

ΘΕΜΑ 2 (15%)

Σχηματικά αναφερθείτε στους τύπους των διεπιφανειακών δεσμών που συναντώνται στη διεπιφάνεια. Ποιός είναι ο κύριος μηχανισμός μεταφοράς φορτίων στη διεπιφάνεια;

ΘΕΜΑ 3 (15%)

Γνωρίζοντας τα E_1 , E_2 , G_{12} και ν_{12} για μια μονοαξονική στρώση συνθέτου υλικού να προσδιοριστεί η τιμή του λόγου Poisson $(\nu_{xy})_{\theta=45^\circ}$ κατ' αρχή επακριβώς και μετά χρησιμοποιώντας την προσέγγιση υψηλής δυσκαμψίας στην διεύθυνση 1. Υπολογίστε την αριθμητική τιμή της $(\nu_{xy})_{\theta=45^\circ}$ για τις εξής τιμές ενός συνθέτου υλικού άνθρακα/ εποξειδικής ρητίνης $E_1=145$ GPa, $E_2=10,45$ GPa, $G_{12}=6,9$ GPa και $\nu_{12}=0,28$.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Πιο κάτω δίνονται οι σχέσεις που συνδέουν τις τεχνικές σταθερές τυχαίων διευθύνσεων xy με τις τεχνικές σταθερές στις κύριες διευθύνσεις 1, 2 και 3. Τα m και n ισούνται με $\cos\theta$ και $\sin\theta$, αντίστοιχα.

$$\frac{1}{E_x} = \frac{m^2}{E_1}(m^2 - n^2\nu_{12}) + \frac{n^2}{E_2}(n^2 - m^2\nu_{21}) + \frac{m^2n^2}{G_{12}}$$

$$\frac{1}{E_y} = \frac{n^2}{E_1}(n^2 - m^2\nu_{12}) + \frac{m^2}{E_2}(m^2 - n^2\nu_{21}) + \frac{m^2n^2}{G_{12}}$$

$$\frac{1}{G_{xy}} = \frac{4m^2n^2}{E_1}(1 + \nu_{12}) + \frac{4m^2n^2}{E_2}(1 + \nu_{21}) + \frac{(m^2 - n^2)^2}{G_{12}}$$

$$\frac{\nu_{xy}}{E_x} = \frac{\nu_{yx}}{E_y} = \frac{m^2}{E_1}(m^2\nu_{12} - n^2) + \frac{n^2}{E_2}(n^2\nu_{21} - m^2) + \frac{m^2n^2}{G_{12}}$$

$$\frac{\eta_{xs}}{E_x} = \frac{\eta_{sx}}{G_{xy}} = \frac{2mn}{E_1}(m^2 - n^2\nu_{12}) - \frac{2mn}{E_2}(n^2 - m^2\nu_{21}) + \frac{mn^3 - m^3n}{G_{12}}$$

$$\frac{\eta_{ys}}{E_y} = \frac{\eta_{sy}}{G_{xy}} = \frac{2mn}{E_1}(n^2 - m^2\nu_{12}) - \frac{2mn}{E_2}(m^2 - n^2\nu_{21}) + \frac{m^3n - mn^3}{G_{12}}$$

ΘΕΜΑ 4 (15%)

Ποιά (-οιες) από τις διαδικασίες έλξη (pultrusion), περιέλιξης ινών και μεταφοράς με χύτευση ρητίνης, θα μπορούσε να επιλέξει κανείς για να κατασκευάσει ενισχυμένους δοκούς μήκους 10 m και τετραγωνικής διατομής 100 cm². Δικαιολογήστε την απάντησή σας και περιγράψτε εν συντομία την μέθοδο που επιλέξατε

ΘΕΜΑ 5 (15%)

- (α) Αναφέρετε τέσσερις λόγους για τους οποίους τα υαλονήματα είναι τα πιο κοινώς χρησιμοποιούμενα υλικά για ενίσχυση
- (β) Γιατί η τελειότητα της επιφάνειας των υαλονημάτων είναι τόσο σπουδαία;
- (γ) Τι μέτρα παίρνονται για να προστατευτούν οι επιφάνειες των υαλονημάτων;
- (δ) Αναφέρετε διάφορους λόγους για τους οποίους τα σύνθετα υλικά υαλονημάτων χρησιμοποιούνται ευρέως
- (ε) Αναφέρετε διάφορους περιορισμούς σε αυτό το είδος υλικού

ΘΕΜΑ 6 (20%)

Επιθυμείται να παραχθεί ένα σύνθετο υλικό πολυεστερικής μήτρας ενισχυμένο με συνεχή και προσανατολισμένα υαλονήματα το οποίο να έχει μία εφελκυστική αντοχή τουλάχιστον 1400 MPa στη διαμήκη διεύθυνση. Το μέγιστο δυνατό ειδικό βάρος είναι 1,65. Χρησιμοποιώντας τα πιο κάτω δεδομένα να προσδιοριστεί εάν τέτοιο υλικό είναι δυνατό να παραχθεί. Δικαιολογήστε την απόφασή σας. Υποθέστε μία τιμή 15 MPa για την τάση πάνω στη μήτρα στο σημείο της θραύσης της ίνας.

	Ειδικό βάρος, ρ	Μέτρο ελαστικότητας [GPa]
Ίνα γυαλιού	2,50	35
Πολυεστερική	1,35	5

ΠΡΟΣΟΧΗ: Για να λύσετε την άσκηση ΑΠΟΔΕΙΞΤΕ ότι ισχύει:

$$\rho_c = \rho_m(1 - V_f) + \rho_f V_f$$

όπου οι δείκτες c, m και f αντιστοιχούν στο σύνθετο υλικό, στην μήτρα και στην ίνα αντίστοιχα. Τα ογκομετρικά κλάσματα συμβολίζονται με V .

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ



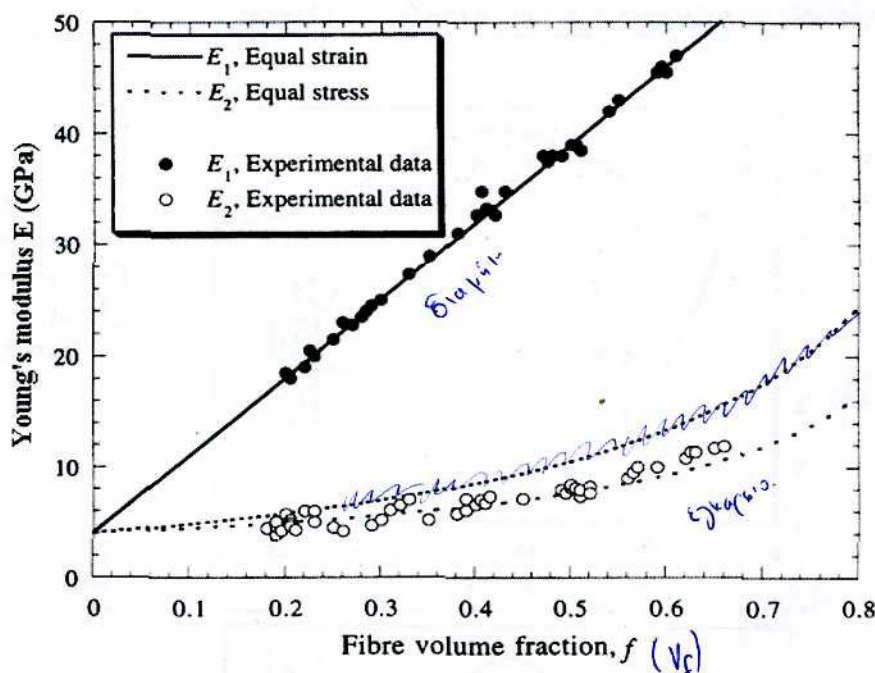
ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ:

1. Το άριστα ισοδυναμεί με πλήρη απάντηση και των 6 θεμάτων.
2. Στις παρενθέσεις εντός των θεμάτων δηλώνεται το ποσοστό που λαμβάνει η κάθε ερώτηση στο συνολικό βαθμό του θέματος.
3. Όπου απαιτείται χρησιμοποιήστε στις απαντήσεις σας σκίτσα και διαγράμματα.
4. Θα πρέπει να αποδειχθούν όλες οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν

ΘΕΜΑ 1 (20%)

Το πιο κάτω σχήμα αναφέρεται σε ένα μονοαξονικό σύνθετο υλικό υαλονημάτων/ πολυεστέρα. Η συνεχής γραμμή αναφέρεται στο άνω όριο του μέτρου ελαστικότητας συναρτήσεως της περιεκτικότητας κατά όγκο των υαλονημάτων. Τα κλειστά σημεία αντιστοιχούν σε πραγματικά πειραματικά δεδομένα. Οι διακεκομμένες γραμμές αναφέρονται στο εγκάρσιο μέτρο ελαστικότητας. Τα ανοικτά σημεία αντιστοιχούν σε πραγματικά πειραματικά δεδομένα. Ζητούνται (α) να εξαχθούν οι εξισώσεις που εκφράζουν τα άνω και κάτω όρια του σχήματος και (β) να εξηγηθεί η συμφωνία (ή μη) μεταξύ των θεωρητικών προβλέψεων και των πειραματικών σημείων.



ΘΕΜΑ 2 (15%)

Ένα συνεχές και ευθυγραμμισμένο σύνθετο υλικό ενισχυμένο αποτελείται από 40% κατ' όγκο υαλονήματα τα οποία έχουν ένα μέτρο ελαστικότητας 69 GPa και 60% πολυεστερικής ρητίνης η οποία όταν σκληρυνθεί έχει ένα μέτρο ελαστικότητας 3.4 GPa. (α) Υπολογίστε το μέτρο ελαστικότητας του σύνθετου υλικού στη διαμήκη διεύθυνση (u) Εάν το εμβαδόν διατομής είναι $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ και μία τάση 50 MPa εφαρμόζεται στη διαμήκη διεύθυνση, να υπολογιστεί το μέγεθος του φορτίου το οποίο φέρεται ξεχωριστά από την ινώδη και τη μητρική φάση.

ΘΕΜΑ 3 (15%)

(α) Αναφέρετε τέσσερις λόγους για τους οποίους τα υαλονήματα είναι τα πιο κοινώς χρησιμοποιούμενα υλικά για ενίσχυση (β) Γιατί η τελειότητα της επιφάνειας των υαλονημάτων είναι τόσο σπουδαία; (γ) Τι μέτρα παίρνονται για να προστατευτούν οι επιφάνειες των υαλονημάτων; (δ) Αναφέρετε διάφορους λόγους

για τους οποίους τα σύνθετα υλικά υαλονημάτων χρησιμοποιούνται ευρέως (ϵ) Αναφέρετε διάφορους περιορισμούς σε αυτό το είδος υλικού.

✓ **ΘΕΜΑ 4 (15%)**

Ποιά (-οιες) από τις διαδικασίες έλξη (pultrusion), περιέλιξης ινών και μεταφοράς με χύτευση ρητίνης, θα μπορούσε να επιλέξει κανείς για να κατασκευάσει ενισχυμένους δοκούς μήκους 10 m και τετραγωνικής διατομής 100 cm². Δικαιολογήστε την απάντησή σας και περιγράψτε εν συντομία την μέθοδο που επιλέξατε

✓ **ΘΕΜΑ 5 (20%)**

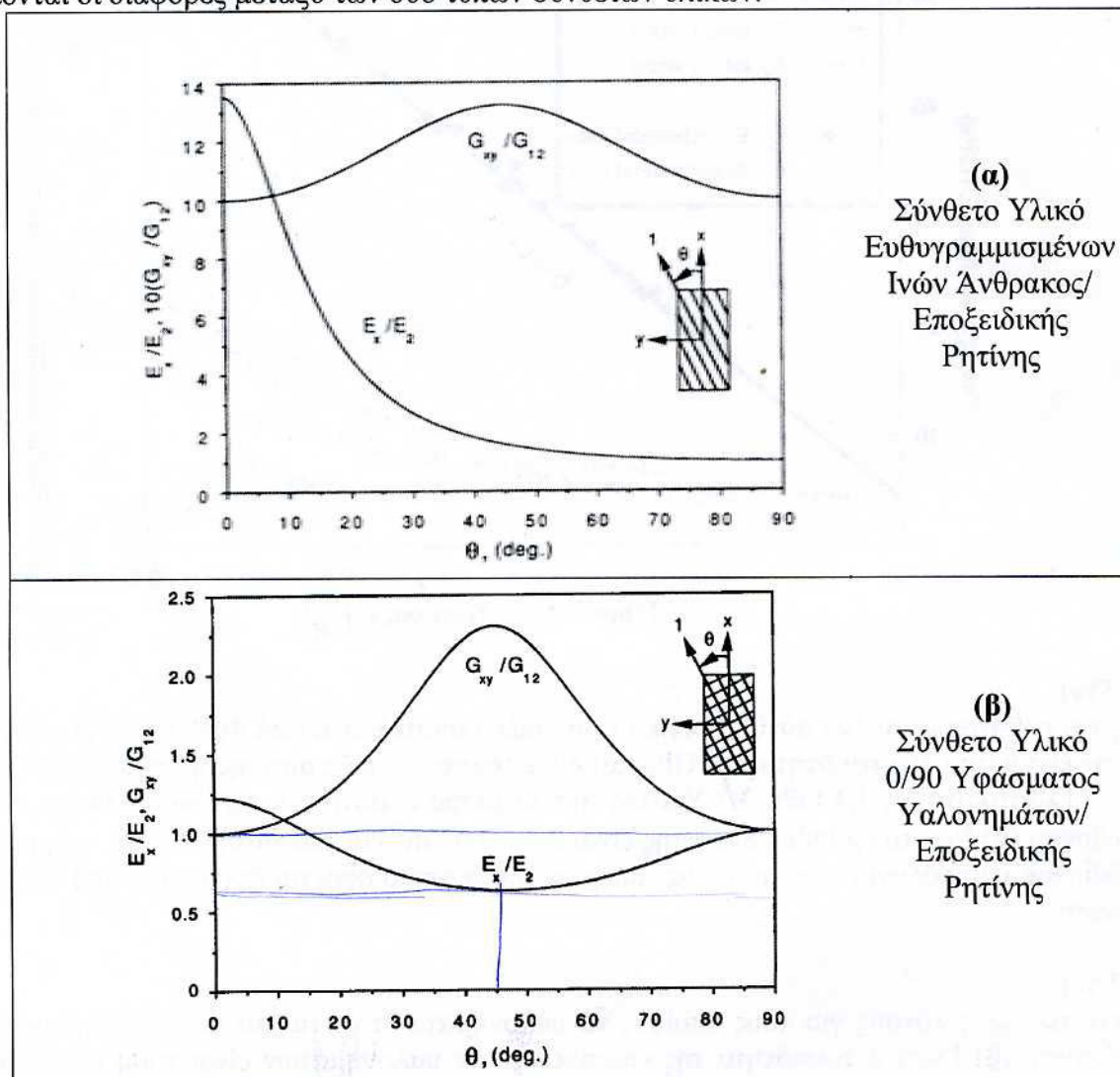
Ξεκινώντας από το μητρώο ένδοσης ενός ορθότροπου συνθέτου υλικού (9 ανεξάρτητες σταθερές ένδοσης, S) να βρεθεί η έκφραση του ίδιου μητρώου όπου κάθε σταθερά S έχει αντικατασταθεί με γνωστές τεχνικές σταθερές οι οποίες μπορούν να προσδιοριστούν πειραματικά. ΠΡΟΣΟΧΗ: Θα πρέπει να αναπτύξετε πλήρως τη μεθοδολογία εύρεσης των σταθερών αυτών. Δίδεται ο «νόμος» του Betti:

$$\frac{\nu_{ij}}{E_i} = \frac{\nu_{ji}}{E_j} \rightarrow \frac{\nu_{ij}}{\nu_{ji}} = \frac{E_i}{E_j} \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

Όπου οι συντελεστές ν είναι οι λόγοι Poisson και τα E είναι τα μέτρα ελαστικότητας

ΘΕΜΑ 6 (15%)

Στα πιο κάτω γραφήματα σχεδιάζονται οι εξαρτήσεις των λόγων των μέτρων ελαστικότητας, E_x/E_2 και των μέτρων διάτμησης, G_{xy}/G_{12} συναρτήσει της γωνίας μηχανικής φόρτισης θ (βλ. ένθετο) με τις ίνες των συνθέτων υλικών (α) και (β). Ζητούνται (ι) να προσδιοριστούν οι τιμές των μέτρων ελαστικότητας E_1 και E_2 (ιι) να σχολιαστούν οι μορφές των καμπυλών που λαμβάνονται σε κάθε περίπτωση και (ιιι) να εξηγηθούν που οφείλονται οι διαφορές μεταξύ των δύο τύπων συνθέτων υλικών.



ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ



2 Μαρτίου 2012

ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ- ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ:

1. Το άριστα ισοδυναμεί με πλήρη απάντηση και των 6 θεμάτων.
2. Στις παρενθέσεις εντός των θεμάτων δηλώνεται το ποσοστό που λαμβάνει η κάθε ερώτηση στο συνολικό βαθμό του θέματος.
3. Όπου απαιτείται χρησιμοποιήστε στις απαντήσεις σας σκίτσα και διαγράμματα.
4. Θα πρέπει να αποδειχθούν όλες οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν

ΘΕΜΑ 1 (15%)

Επιθυμείται να παραχθεί ένα σύνθετο υλικό εποξειδικής μήτρας ενισχυμένο με ευθυγραμμισμένη και συνεχή ίνα το οποίο να έχει ένα μέγιστο ογκομετρικό λόγο ινών 50%. Επιπρόσθετα, απαιτείται ένα ελάχιστο διαμήκες μέτρο ελαστικότητας 50 GPa και μία ελάχιστη εφελκυστική αντοχή 1300 MPa. Ποιες είναι οι πιθανές υποψήφιες ίνες και γιατί μεταξύ ινών γυαλιού τύπου E, άνθρακα (PAN) τύπου I και αραμιδίου (Kevlar); Τα εφελκυστικά μέτρα Young των ινών είναι E-glass 72,5 GPa, άνθρακα (PAN) 230 GPa και αραμιδίου 131 GPa.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Υποθέστε ότι η εποξειδική μήτρα έχει μέτρο ελαστικότητας 3,1 GPa και εφελκυστική αντοχή 75 MPa. Επίσης δίνονται τα ακόλουθα επίπεδα τάσης πάνω στην εποξειδική μήτρα στο σημείο της θραύσης της ίνας: υαλόνημα τύπου E-glass: 70 MPa, άνθρακα (PAN): 30 MPa και αραμιδίου: 50 MPa. Τέλος θεωρήστε ότι οι εφελκυστικές αντοχές των ινών είναι E-glass: 3450 MPa, άνθρακα (PAN): 4000 MPa και αραμιδίου: 3850 MPa

ΘΕΜΑ 2 (20%)

Περιγράψτε με συντομία και με τη βοήθεια σκίτσου την αλληλουχία στρώσεων και υλικών για τη διαδικασία προετοιμασίας ενός πολύστρωτου υλικού πριν την εισαγωγή του στον αυτόκλειστο φούρνο. Πως ονομάζεται η διάταξη που περιγράψατε; Σχεδιάσετε κατά εκτίμηση το απαιτούμενο θερμοκρασιακό προφίλ το οποίο εισάγεται στον υπολογιστή του αυτόκλειστου για την μορφοποίηση συνθέτων υλικών (i) εποξειδικής και (ii) θερμοπλαστικής μήτρας.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι ακριβείς τιμές θερμοκρασίας δεν απαιτούνται. Απλώς περιγράψτε τις διάφορες περιοχές του θερμοκρασιακού προφίλ και εξηγήστε τι διεργασίες λαμβάνουν χώρα κατά περίπτωση.

ΘΕΜΑ 3 (15%)

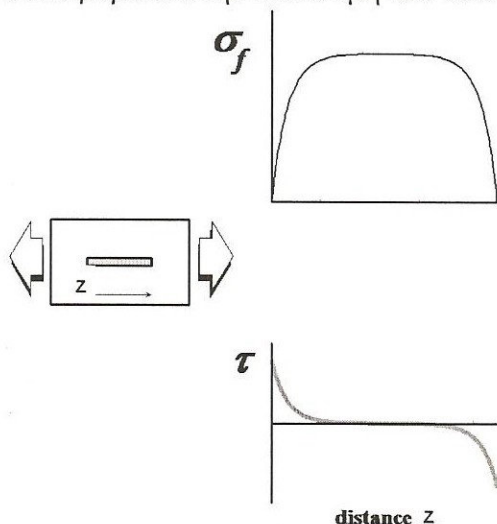
Υπολογίστε τη διαμήκη αντοχή ενός συνθέτου υλικού εποξειδικής μήτρας ενισχυμένο με ίνα άνθρακα το οποίο έχει ένα ογκομετρικό λόγο ινών 0,25 υποθέτοντας τα ακόλουθα

- μία μέση διάμετρο ίνας 10×10^{-3} mm ,
- ένα μέσο μήκος ίνας 5 mm,
- μία αντοχή θραύσης της ίνας 2,5 GPa, -
- μία αντοχή δεσμού ίνας-μήτρας των 80 MPa,
- μία τάση της μήτρας στο σημείο θραύσης της ίνας 10,0 MPa, και
- μία εφελκυστική αντοχή της μήτρας 75 MPa.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Πρώτα θα πρέπει να υπολογίσετε το κρίσιμο μήκος για να μπορέσετε να εκτιμήσετε την αποτελεσματικότητα του ενισχυτικού μέσου και να επιλέξετε τον κατάλληλο μαθηματικό τύπο που θα χρησιμοποιήσετε. Όλες οι σχέσεις πρέπει να αποδειχτούν.

ΘΕΜΑ 4 (15%)

Όταν ένα εξωτερικό φορτίο εφαρμόζεται σε ένα σύνθετο υλικό με ευθυγραμμισμένες ίνες οι τάσεις μεταδίδονται από τη μαλακή φάση (μήτρα) στην ισχυρή (ίνα) μέσω της μεταξύ τους διεπιφάνειας. Στο σχήμα πιο κάτω δείχνεται η κατανομή των ορθών τάσεων, σ_f (πάνω) και διατμητικών τάσεων διεπιφάνειας, τ (κάτω) κατά τη φόρτιση ασυνεχούς ίνας στη διεύθυνση z . Να περιγραφούν οι μηχανισμοί μεταφοράς μηχανικού φορτίου, να εξηγηθούν οι δύο κατανομές των τάσεων του σχήματος και να αναπτύξετε μια σχέση που να συνδέει τη διατμητική τάση διεπιφάνειας, τ , συναρτήσει του ρυθμού μεταβολής της ορθής τάσης, σ_f κατά μήκος της ίνας. Τέλος ζητείται να κάνετε μια σύντομη αναφορά στη θεωρία της «διατμητικής υστέρησης» που προβλέπει την κατανομή των αναπτυσσόμενων ορθών τάσεων στην ίνα.



ΘΕΜΑ 5 (15%)

Οι δύο πιο οικονομικές ίνες ενίσχυσης είναι οι αραμιδικές και οι ίνες γυαλιού. Περιγράψτε περιληπτικά τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα κάθε μιας κατηγορίας και συγκρίνετε τις μηχανικές, θερμικές και χημικές ιδιότητες των

ΘΕΜΑ 6 (20%)

Ξεκινώντας από το μητρώο ένδοσης ενός ορθότροπου συνθέτου υλικού (9 ανεξάρτητες σταθερές ένδοσης, S) να βρεθεί η έκφραση του ίδιου μητρώου όπου κάθε σταθερά S έχει αντικατασταθεί με γνωστές τεχνικές σταθερές οι οποίες μπορούν να προσδιοριστούν πειραματικά.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Θα πρέπει να αναπτύξετε πλήρως τη μεθοδολογία εύρεσης των σταθερών αυτών. Δίδεται ο «νόμος» του Betti:

$$\frac{v_{ij}}{E_i} = \frac{v_{ji}}{E_j} \rightarrow \frac{v_{ij}}{v_{ji}} = \frac{E_i}{E_j} \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

Όπου οι συντελεστές ν είναι οι λόγοι Poisson και τα E είναι τα μέτρα ελαστικότητας

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ