

Πρόβλεψη ιδιοτήτων, θερμικών τάσεων και αστοχίας μονοδιεύθυντων ινωδών συνθέτων υλικών σε χαμηλές θερμοκρασίες

Σαομάς Μ. Γεώργιος

Περίληψη

Με την παρούσα μελέτη διεξάγεται η πρόβλεψη των ιδιοτήτων δυσκαμψίας, των συντελεστών θερμικής διαστολής, των θερμικών παραμενουσών τάσεων και της αστοχίας μονοδιεύθυντων (unidirectional, UD) ινωδών συνθέτων υλικών. Η πρόβλεψη των προαναφερθέντων πραγματοποιείται μέσω ενός διδιάστατου μοντέλου μικρομηχανικής χρήσει ισοπαραμετρικών στοιχείων στο πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων ABAQUS συγκρίνοντας ταυτόχρονα με τις μικρομηχανικές εξισώσεις του Τσάμης.

Στο Κεφάλαιο 1 αναφέρονται εισαγωγικά στοιχεία περί των συνθέτων υλικών, την ταξινόμηση αλλά και κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα-μειονεκτήματά τους. Στην συνέχεια, στο Κεφάλαιο 2, παρουσιάζονται οι θεμελιώδεις εξισώσεις της μακροσκοπικής Μηχανικής (μακρομηχανικής), τα είδη και τα μητρώα ελαστικότητας των ελαστικών μέσων καθώς και βασικά στοιχεία μηχανικής περί της υγροθερμικής συμπεριφοράς της στρώσης. Συνεπώς, ο αναγνώστης ολοκληρώνοντας το Κεφάλαιο 2 είναι σε θέση να εισέλθει στο Κεφάλαιο 3 όπου γίνεται η μετάβαση από το μακροσκοπικό επίπεδο (μακροκλίμακα-επίπεδο στρώσης) στην μικροσκοπική κλίμακα (μικροκλίμακα-επίπεδο συστατικών). Στο Κεφάλαιο 3 λοιπόν, παρουσιάζεται ο τομέας της μικρομηχανικής μοντελοποίησης καθώς και βασικές έννοιες της όπως το επαναλαμβανόμενο μοναδιαίο κελίο. Έπειτα, στο Κεφάλαιο 4, αναφέρουμε μέσα από βιβλιογραφική έρευνα παρατηρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά των UD συνθέτων υλικών υπό διάφορες συνθήκες (εφελκυσμός, θλίψη κτλ.) σε περιβάλλοντα χαμηλής θερμοκρασίας. Κατόπιν, στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η μεθοδολογία αλλά και τα σχετικά αποτελέσματα της ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων και συγκρίνονται με διαθέσιμα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας (όπου είναι δυνατόν) αλλά και με προβλέψεις των μικρομηχανικών εξισώσεων του Τσάμης. Τέλος, στο Κεφάλαιο 6, αναφέρουμε συμπεράσματα σχετικά με αποτελέσματα καθώς και μειονεκτήματα-πλεονεκτήματα της μοντελοποίησης.

Λέξεις-κλειδιά:

Ιδιότητες UD, χαμηλές θερμοκρασίες, μικρομηχανική, θερμικές τάσεις, αστοχία

Prediction of properties, thermal stresses, and failure of unidirectional fiber composites at low temperatures

Sarmas M. Georgios

Abstract

This study is conducted to predict the stiffness properties, thermal expansion coefficients, thermal residual stresses and failure of unidirectional (UD) fiber composites. The prediction is performed by a two-dimensional micromechanical model using isoparametric generalized plane strain elements in the finite element program ABAQUS by simultaneous comparison with Chamis' micromechanical equations.

Chapter 1 provides introductory information on composite materials, their classification, and some of their important advantages and disadvantages. Then, in Chapter 2, the basic equations of macroscopic mechanics (macromechanics), the types and elasticity matrices of elastic media, and the basic mechanics of the hygrothermal behavior of elastic composites are presented. Thus, after completing Chapter 2, the reader is ready to enter Chapter 3, where the transition from the macroscopic scale (macroscale-layer level) to the microscopic scale (microscale-constituents level) is made. Chapter 3 introduces the field of micromechanical modeling and its basic concepts, such as the repeated unit cell. Then, in Chapter 4, we report, through a literature review, observations on the behavior of UD composites under different conditions (tensile, compressive, etc.) in low temperature environments. Subsequently, in Chapter 5, the methodology and related results of the finite element analysis are presented and compared with available results from the literature (where possible) and with the predictions of Chamis' micromechanical equations. Finally, in Chapter 6, we report conclusions on the results as well as drawbacks and advantages of the model.

Keywords:

UD properties, low temperatures, micromechanics, thermal stresses, failure