الحلول القياسية لتحليل الرطوبة الحرارية للرقائق الشطرنجية والصفائح ثلاثية الطبقات

مقدمة من

رباب بنت عطية الله الغانمي

بإشراف

أ.د. أشرف بن مبارز زنقور

أ.د. داوود بن سليمان مشاط

المستخلص

كرست هذه الرسالة لدراسة استجابة الإنحناء للصفائح الشطرنجية المنشورية ذات الرقائق المتماثلة وغير المتماثلة تحت تأثيرالرطوبة الحرارية وذلك بإستخدام نظرية موحدة لنظريات قص الإنفعال المختلفة.

هذا وقد تم استعراض بعض المفاهيم الأساسية لنظرية المرونة والصفائح المركبة. كذلك تم استعراض المبادئ الأساسية لنظرية المرونة مثل معادلات الإتزان وقانون "هوك" لعدد مختلف من المواد المرنة وأيضاً حالات محددة من المواد المرنة بالإضافة إلى الثوابت الهندسية المختلفة. وقد تم استعراض النظرية التقليدية للصفائح بالإضافة إلى نظريات قص الإنفعال العرضي من الرتب المختلفة.

النظرية الحالية للصفائح تتيح لنا تجربة واختيار مختلف توزيعات انفعال القص خلال سمك الصفيحة بالإضافة إلى توزيعات الإنفعال التي لا تحتوي على النتائج غير المرغوبة من استخدام معامل قص الإنفعال .

باستخدام الصيغة الإستاتيكية لمبدأ هاملتون التغايري تم الحصول على معادلات الإتزان وكذلك الشروط الحدية، وقد استخدمنا دوال الإزاحة التي تحقق الشروط الحدية لإختزال معادلات الإتزان إلى مجموعة من المعادلات التفاضلية العادية ذات المعاملات المتغيرة.

وقد تم إيضاح صحة النظرية الحالية بعمل مقارنات مع نتائج موجودة بداخل هذه الرسالة. ثم استعرضنا مجموعة من النتائج العددية للإزاحات والإجهادات بالإضافة لتأثير الأنواع المختلفة من الأحمال (الرطوبة الحرارية – الحرارة – الميكانيكية).

وقد تمت دراسة التأثيرات المختلفة للعوامل المتغيرة مثل خصائص التباين للمادة، نسبة الطول إلى العرض، نسبة الطول إلى السمك ،نسبة معاملي التمدد الحراري ،ترتيب الرقائق المتراصة للصفيحة على الإستجابة الناجمة من الرطوبة الحرارية .

وأخيراً، ناقشنا بداخل هذه الرسالة الفروق الناتجة في الإزاحات والإجهادات للإنحناء الناجم عن الرطوبة الحرارية والإنحناء الناجم عن الحرارة فقط مع مقارنات لنظريات قص الانفعال المختلفة.

Benchmark solutions for hygrothermal analysis of cross-ply laminates and sandwich plates

By

Rabab Atitallah Alghanmi

Supervised by

Prof. Dr. Ashraf M. Zenkour

Prof. Dr. Daoud S. Mashat

Abstract

This thesis is devoted to study the pending response of symmetric and anti-symmetric cross-ply laminated rectangular plates in a hygrothermal environment by using a unified shear deformation plate theory.

Some of the basic concepts of the theory of elasticity and laminated composites are presented. The fundamental principles of elasticity theory such as equilibrium equations and Hooke's law for different elastic materials are given. Specific cases of elastic materials and engineering constants are also given. An overview on the classical plate theory and some of the shear deformation theories is presented.

The present plate theory enables the trial and testing of different through-the-thickness transverse shear-deformation distributions and, among them, strain distributions that do not involve the undesirable implications of the transverse shear correction factors. The static Hamilton's variational principle has been used to give the governing equilibrium equations and boundary conditions for the laminated plates. Displacement functions that identically satisfy boundary conditions are used to reduce the governing equations to a set of coupled ordinary differential equations with variable coefficients.

The validity of the present theory is demonstrated by comparison with the solutions available in the literature. Numerical results for deflection and stresses are presented.

The effects of different types of sinusoidal hygrothermo-thermo-mechanical loadings are investigated.

The influence of various parameters such as material anisotropy, aspect ratio, side-to-thickness ratio, thermal expansion coefficients ratio and stacking sequence on the hygrothermally induced response is also discussed.

Finally, the bending response of deflections and stresses in the hygrothermal environment and thermal environment with comparisons between classical plate theory and different shear deformations theories are presented and discussed.