الانبعاج والذبذبات الحرة لصفائح متقدمة تستند على أساسات مرنة في بيئة حرارية رطبة

نوال عبدالله علي الشهري

المستخلص

هذه الرسالة تهدف إلى دراسة الانبعاج الحراري-الرطب-الميكانيكي والاهتزازات الحرة لصفيحة مصنّعة من مواد متدرجة وظيفياً وترتكز هذه الصفيحة على أساسات مرنة. تم تطوير نظرية ذات بعد شبه ثلاثي لتحليل سلوك الصفيحة. النظرية تحتوي سته متغيرات وتتضمن قص الانفعال العمودي والعرضي ولا تحتاج إلى معامل تصحيح نظراً لتحقيقها الشروط الحدية على سطح وقاع الصفيحة. معادلات الحركة والاتزان والشروط الحدية المرافقة لها استنتجت باستخدام مبدأ "هاميلتون" للشغل الافتراضي. تم افتراض أن المواد المتدرجة تتغير وفقاً لقانون القوى. مسألة الدراسة طبّقت على صفيحة مستطيلة الشكل مصنعة من معدن وسيراميك وذات دعامات بسيطة على أطرافها الأربعة. وتمت الدراسة لثلاثة أنواع من توزيعات الأحمال الحرارية والحرارية-الرطبة؛ توزيع موحد، توزيع خطي، توزيع غير خطي.

تم التوصل للحل المضبوط للانبعاج والاهتزازات الحرة باستخدام طريقة "نافيير". الحلول العددية تم استنتاجها ومقارنتها مع الدراسات السابقة للتحقق من دقة النظرية والإجراءات المستخدمة. العوامل المؤثرة مثل الأساسات المرنة، معامل التدرج، كثافة الصفيحة، نوع الأحمال، الحرارة، الرطوبة، جميعها تم تحليلها ومناقشتها بالتفصيل. وتم التوصل إلى نتائج ممتازة بمقارنتها مع المماثلة لها في الدراسات السابقة، كما تم التوصل إلى نتائج جديدة في دراسة الانبعاج الحراري-الرطب ويمكن اعتبارها مرجعية للدراسات المستقبلية في هذا المجال.

Buckling and free vibrations of advanced plates resting on elastic foundations in hygrothermal environment

Nawal Abdullah Ali Alshehri

Abstract

This thesis aims to study the hygro-thermo-mechanical buckling and elastic vibration of functionally graded materials (FGM) plates resting on elastic foundations. New refined quasi-3D is used to analyze the plate. The theory has six unknowns and includes the effects due transvers shear strain and normal deformation. The present theory satisfies the zero-traction boundary conditions on the top and bottom surfaces of the plate, that means it does not need shear correction factor. Equilibrium equations and associated boundary conditions of the theory have been derived using Hamilton's principle. The material properties of the FG plate are assumed to vary along the thickness direction according to a power low distribution in terms of the volume fractions of the constituents. A metal-ceramic FG plate with simply-supported boundary conditions is considered for the analysis. Three types of thermal and hygrothermal loading, uniform, linear, and non-linear thermal and hygrothermal distribution through the thickness are considered.

The closed-form solution for mechanical buckling load, the buckling temperature difference, buckling hygrothermal difference, and free frequencies of FGM plates resting on two-parameters elastic foundation are obtained using Navier-technique. Numerical results are conducted to verify the accuracy and efficiency of the present theory. The effect played by the elastic foundation parameters, gradient index, side-to-thickness ratio, plate aspect ratio and loading type on the critical buckling of FGM plates are all investigated. Excellent agreement with the known results in the previous studies has been obtained. Additional results are reported to serve as benchmarks for future comparisons with other investigators.