الاهتزازات القسرية لدعامة ذات تدرج وظائفي ثنائي الأبعاد

مشعل عبد الله الزهراني

الملخص

١,١. مقدمة:

المواد ذات التدرج الوظيفي لها تركيبة وخصائص خاصة بها حيت تتكون بالغالب من مادتين (غالبا تتكون من مادة السيراميك والمعادن). صممت المواد ذات التدرج الوظيفي بحيث يتم تدرج المواد فيها تدريجيا وبشكل مستمر من طبقة لطبقة أخرى، وهذا التدرج ينتج عنه خصائص مميزة منها مقاومة درجات الحرارة العالية لما تحتويه من مادة السيراميك والذي يعد هذا الأمر هو أحد الأسباب الرئيسية في اكتشاف هذي المادة (**بينديرا واخرون**، ١٩٩٥). تعد المواد ذات التدرج الوظيفي مواد غير متجانسة بسبب اختلاف التركيبة الخاصة بالمواد على طول العينة. تتميز المواد ذات التدرج الوظيفي بحسب المادة المكونة لها بحيث تدمج أكثر من خاصية للعينة الواحدة، فمثلا للمواد التي تحوي تدرج من

معادن الى سيراميك حيث تكتسب الخصائص الميكانيكية للمعادن مثل القوة والصلابة وتكتسب مقاومة الحرارة العالية بسبب وجود مادة السيراميك بها. تم اكتشاف هذي المادة بواسطة علماء من اليابان في نهاية القرن العشرون. لا زالت الأبحاث مستمرة ومتواصلة للتعرف أكثر حول تكوينات هذي المادة وتطبيق أفضل الخيارات لعملية تدرج المواد.

تستخدم المواد ذات التدرج الوظيفي في الكثير من التطبيقات ومن أهمها التطبيقات الصناعية كاستخدامها في أوعية الضغط، خزانات الوقود، أدوات القطع والأنابيب ذات الضغوط العالية. كما تستخدم أيضا في المركبات الفضائية كتصنيع هياكل المركبات والمنفثات وتستخدم أيضا في التطبيقات الطبية كصناعة المفاصل والأسنان ويوجد هناك تطبيقات واستخدامات عديدة لهذي المواد (**أدوبا واخرون ٢٠١٢**).

يتم انتاج المواد ذات التدرج الوظيفي بطرق عديدة ولكن من أهمها هو الإنتاج بتقنية المسحوق بحيث يتم تجهيز الخليط بقوالب خاصة بحيث تكون نسبة التدرج لكل قالب محددة وبناء على التطبيق ومن ثم يتم ترتيب القوالب بناء على تدرج المواد من مادة أ الى مادة ب بنسب متدرجة. يتم تعريض القالب لعملية الشحن الكهرومغناطيسي وتحت ضغط عالي حتى يمتزج الخليط. (**كي باك واخرون، ٢٠٠٣**)

غالبا يكون التدرج في المواد ذات التدرج الوظيفي اما تدرج بشكل مستمر او تدرج غير مستمر (مجزأ). (**شن،٢٠٠٩**)

١,٢. الهدف من الدراسة

الهدف من هذي الدراسة هو عبارة عن البحث عن التأثير الديناميكي لدعامة ذات تدرج ثنائي تحت تأثير حمل. سوف يتم استخدام برنامج التحليل (ANSYS) لاستخراج نتائج الإهتزاز الحر ودراسة الأطوار الاهتزازية المختلفة ونسق الاهتزازات. كما سوف يتم بحث تأثير الحمل على الدعامة ومعرفة الحركة التوافقية للدعامة.

١,٣. أهمية البحث:

تعد أهمية البحث في دراسة الخواص ومدى تأثير التدرج الوظيفي للدعامة خصوصا عندما يكون التدرج ثنائي.

١,٤. مشكلة البحث:

دراسة الاهتزاز الحر والقسري لدعامة مستطيلة. يتم استخدام برنامج المحاكاة والتحليل لاستخراج الإهتزازت الطبيعية ونسق الإهتزازت مع دراسة الحركة التوافقية للدعامة ذات التدرج الثنائي تحت تأثير الحمل. سوف يتم دراسة التدرج الطولي والثنائي للدعامة. سوف يتم التطرق لأنواع مختلفة من التثبيت ومعرفة مدى تأثيرها على النتائج.

١,٥. نطاق العمل

سوف يتم عمل الدراسة بواسطة برنامج التحليل والمحاكاة ولصعوبة توفير الدعامة وعمل التجارب العملية سوف يكتفى بالنتائج الحسابية.

١,٦. القيود

في هذه الرسالة، سيتم استخدام طريقة العناصر المحدودة فقط لبناء النموذج في البرنامج بغض النظر عن العمل النظري والنمذجة التحليلية.. لن يتم إجراء أي تجارب تجريبية، وسيتم التحقق من كفاءة ودقة النتائج المستخلصة عن طريق مقارنتها مع الإبحاث السابقة المنشورة.

١,٧. المراجعات الأدبية:

في هذه الرسالة، تم استعراض الكثير من المرجعات الأدبية السابقة والتي تبحث حول المواد ذات التدرج الوظيفي بمختلف الحالات ونوعية الدراسة. .

المستخلص

قدمت هذه الرسالة كرسالة ماجستير في كلية الهندسة بجامعة الملك عبد العزيز قسم هندسة إنتاج النظم الميكانيكية والتصميم. تهدف هذي الرسالة لدراسة الإهتزازت القسرية لدعامة ذات تدرج وظائفي ثنائي الابعاد باستخدام طريقة العناصر المحددة. قاعدة الخليط او المكون تم اعتمادها بناء على نموذج فوجيت الذي يتحكم في تدرج الحجم الجزئي للمواد المعدنية والسيراميكية. التدرج الوظيفي المستخدم للدعامة تدرج طولي وتدرج ثنائي (طولي وعرضي). تم استخدام برنامج المحاكاة والتحليل (ANSYS) لعمل النموذج الخاص بالدعامة وتعريف تدرج المواد لاستخراج النتائج الخاصة بالاهتزازات الطبيعية للدعامة ونسقها والحركة التو افقية للدعامة تحت تأثير الحمل. يتم استخدام هذا البحث لمعرفة أفضل النتائج والتطبيقات لدعامات المكونة من مادتين مختلفتين مع الطرق المثلى لاتجاه التدرج لكي تعطي مزيد من التطبيقات والاستخدامات المستقبلية لهكذا تدرج.

الكلمات المفتاحية:(دعامة ذات تدرج وظيفي، الاهتزازات القسرية، حمل تو افقي، التدرج الثنائي والخطى، طريقة العناصر المحددة)

الاهتزازات القسرية لدعامة ذات تدرج وظائفي ثنائي الأبعاد

إعداد

مشعل عبدالله الزهراني

رسالة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير في العلوم

(الهندسة الميكانيكية / هندسة أنتاج وتصميم النظم الميكانيكية)

إشراف

د. عمار مليباري

أ.د. محمد طاهر

كلية الهندسة

جامعة الملك عبد العزيز

المملكة العربية السعودية

١٤٤٤ هجري/ ٢٠٢٢ ميلادي

FORCED VIBRATIONS OF BI-DIRECTIONAL FUNCTIONALLY GRADED BEAMS

By
Meshal Abdullah Al Zahrani

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science (Mechanical Engineering / Production and Mechanical)

Supervised By
Dr. Ammar Melaibari
Prof. Dr. Mohamed A. Eltaher

FACULTY OF ENGINEERING
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
SAUDI ARABIA
1444H / 2022G

Abstract

This thesis aims to study and investigate the forced vibration of axial and bi-directional functionally graded (2D-FG) two-dimensional plane stress strip under harmonic load by using finite element method for the first time. Rule of mixture based on Voigt model is proposed to describe the change in the volume fractions of metal and ceramics constituents. The materials are graded continuously and smoothly in both axial and thickness directions according to power law formula. Finite element model using ANSYS is developed to discretize the spatial domain of strip and modal solution is exploited to evaluate the eigenvalues (natural frequencies), mode shapes, and harmonic response of 2D FG strip beam. The effects of materials gradation in axial and bi-directional and boundary conditions on the natural frequencies are investigated. The proposed model can be used in design and analysis of 2D-FG structures manufactured from two different constituents and selecting the optimum gradation parameter based on the natural frequency's constraints, such as naval, nuclear and aerospace structures.

Key words: (Functionally Graded Strip; Forced vibrations; Harmonic load; Axial and 2D gradient; Finite element analysis)