التصميم الأمثل لعامود التوصيل بإستخدام المواد ذات الخواص المتدرجة

غازي هادي عبدالله السروجي

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في العلوم
[الهندسة الميكانيكية/هندسة الإنتاج وتصميم النظم الميكانيكية]

إشراف:
أ.د حسن سيد هدية
د. سعد محمد الدوسري
د. اسماعيل رشاد نجار

المستخلص

يعتبر عامود التوصيل (connecting rod) من اهم الاجزاء الميكانيكيه في الصناعه. ويعتبر ثاني اهم اختراع ميكيانيكي بعد العجله. وقام باختراعه العالم العراقي "الجزائري" في القرن الثاني عشر الميلادي. يستخدم عامود التوصيل في عدة الات ميكانيكيه مثل: محركات الاحتراق الداخلي، المضخات الترددیه و الضواغط الترددیه. ومهمته هي نقل الحركه الخطيه الترددیه من المكبس الى حركه ميكانيكيه دورانيه في عامود الدوران او العكس. ويتعرض عامود التوصيل الى اجهادات مركبه كبيره واجهاد متكرر (fatigue) نتيجة قوة الضغط (compression load) القادمه من الاحتراق وقوة الشد الناتجة من كتلة المكبس (Piston) وقوى القصور الذاتي (inertia). تحسين وتطوير عامود التوصيل يؤدي الى تحسين كفائة المحرك كاملا وتتم هذه العملية بتحسين شكل عامود التوصيل وابعاده و بتطوير المواد المصنع منها. تقدم هذه الرسالة دراسة عن تحليل السرعات، التسارع، التصنيع، التصميم و تحسين عامود التوصيل. وتحتوي الرسالة على دراسة لتحسين شكل وتصميم العامود لخفض الاجهادات الناتجة وتحسين مادة العامود باستخدام تقنية المواد ذات الخواص المتدرجة لتقليل وزنه وزيادة قوته وجسائته. الدراسة تمت بواشطة برنامج ANSYS 11 باستخدام طريقة العناصر المنتهية. تم في الجزء الاول من البحث دراسة الحركة لنموذج ثنائي الابعاد للعامود لمعرفة أخطر شروط تحميل. تم بعد ذلك دراسة تصميم العامود وتحسين شكله باستخدام نموذج ثنائي الابعاد. تم بالاضافة الى ذلك دراسة نموذج ثلاثي الابعاد للعامود و تحسين شكله و دراسة الانبعاج له. اخيرا، تم دراسة ثلاث مواد باستخدام تقنية المواد ذات الخواص المتدرجة للعامود وهي الحديد، الالومنيوم والتيتانيوم وتم التوصل لافضل خليط منهم.

MATERIAL OPTIMIZATION OF CONNECTIGN ROD USING FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS (FGM)

Ghazi Hadi Alsoruji

A thesis submitted for the requirements of the Degree of Master of Science [Production and mechanical system design]

Supervised By
Prof. Dr. Hassan Hedia
Dr. Saad Aldousari
Dr. Ismil Najjar

Abstract

Connecting rod is one of the most common mechanical parts that used in many mechanical applications such as combustion engines, reciprocating pumps and compressors. The connecting rod is subjected to a complex state of loading. High compressive loads due to combustion, high tensile loads due piston mass and bending stress due connecting rod's mass of inertia. So, it is a highly stressed component due to multi stresses. The Development of this part leads to total improvement for entire engine. In this study, two steps of improvement have been carried on connecting rod design. The firs step is shape optimization, and the second step is material optimization. This thesis presents studies of connecting rod kinematics, kinetics, manufacturing, design, and optimization. The thesis investigates shape optimization of the connecting rod in order to reduce the stresses, and optimization of the material by utilizing functionally graded material (FGM) technology to reduce the weight of connecting. In addition, increasing the strength and rigidity is considered to minimize Von-Mises stress. By optimizing both shape of connecting rod and material, the maximum Von-Mises stress is reduced. The study is carried out by using ANSYS© 11 finite element software. A dynamic analysis for 2D finite element model of connecting rod was carried out to determine the critical load conditions. Optimization of 2D finite element model is done for the more stressed regions; small end and big end. Also, optimization of 3D finite element model is studied for stress and buckling mode shape with Eigen analysis. Finally, three materials compositions are used to optimize the connecting rod by functionally graded material technology. They are steel, aluminum, and titanium. The optimum material composition is presented. The results show that the maximum stress is reduced around 6% by shape optimization, and around 40% stress reduction is achieved by material optimization.