

Analiza rigidității și rezistenței îmbinărilor hibride metal-compozit

Analysis of stiffness and strength for the hybrid metal-composite bolted joints

Autor: Ing. Călin-Dumitru Coman

Rezumat:

Materialele compozite au devenit utilizate pe o scară largă în industria aerospațială datorită rigidității și rezistenței specifice ridicate. Utilizarea materialelor compozite împreună cu metalele, formând structurile hibride, reprezintă o direcție de cercetare actuală cu aplicații importante în industria aerospațială. Activitățile de cercetare-dezvoltare cuprinse în programul doctoral reprezintă o parte integrantă a studiului științific al autorului în domeniul îmbinărilor hibride metal-compozit din industria aerospațială. Modelele analitice și numerice dezvoltate sunt validate printr-un studiu experimental intens, în care se evidențiază contribuțiile personale în ceea ce privește cercetarea și dezvoltarea în domeniul îmbinărilor hibride metal-compozit. Direcțiile principale de cercetare sunt reprezentate de studiile parametrice asupra rigidității și rezistenței îmbinărilor hibride metal-compozit cu un singur plan de forfecare. Parametrii de studiu sunt geometrici (raportul dintre lățimea w a plăcilor și diametrul d al șurubului, w/d , raportul dintre distanța e la marginea liberă și diametrul șurubului, e/d , diametrul și forma capului șurubului (bombat/înecat), precum și jocul nominal din îmbinare), a momentului de prestângere a șurubului și a temperaturii. Obiectivul studiului de cercetare este evidențierea influenței acestor parametri asupra rigidității și rezistenței îmbinărilor hibride metal-compozit. În prima parte a lucrării sunt prezentate ultimele cercetări din literatura de specialitate, privind îmbinările metalice și hibride metal-compozit. În partea a doua tezei, este prezentat studiul experimental, analitic și numeric al influenței parametrilor de mai sus asupra rigidității și rezistenței îmbinărilor hibride metal-compozit. Se descrie studiul experimental folosind conceptele monitorizării integrității structurale SHM (Structural Health Monitoring) pentru determinarea inițierii cedării laminelor din materialul compozit. Se prezintă studiul optimizării multiparametrice a rigidității și rezistenței acestor îmbinări cu metoda algoritmilor genetici. Principalele concluzii ale tezei sunt următoarele: măbind valorile rapoartelor w/d și e/d , se obține o creștere a rigidității axiale a îmbinărilor. Creșterea momentului de prestrângere a șuruburilor mărește rigiditatea axială a îmbinării și determină rigidizarea locală a acesteia. Creșterea temperaturii determină o scădere a rigidității axiale și a rezistenței îmbinărilor. Teza se încheie cu o Anexă și Bibliografie cu 159 de referințe.

Abstract:

Composite materials have become widely used in the aerospace industry due to their high stiffness and strength to mass ratios. The use of composite materials together with metals, forming the hybrid structures, is a current research direction with important applications in the aerospace industry. The research and development activities included in the doctoral program are an integral part of the author's scientific study in the field of metal-composite hybrid joints of the aerospace industry. The developed analytical and numerical models are validated through an intensive experimental study that highlights personal research contributions to metal-composite hybrid joints. The main research directions are the parametric studies on the stiffness and strength of the metal-composite hybrid single-lap shear joints. The study's parameters are geometric (the ratio between the width of the plates to the diameter of the screw, w/d , the ratio of the distance from the hole center to the free edge and the diameter of the screw, e/d , the diameter and the head shape of the bolt, the joint clearance), bolt torque value and temperature. The objective of the research is to highlight the influence these parameters on the stiffness and strength of metal-composite hybrid joints. The first part of the paper presents the latest research in the literature on metallic and hybrid joints. The second part of the thesis presents the experimental, analytical and numerical study of the influence of mentioned parameters on the stiffness and strength of the hybrid joints. It is described the experimental study with the Structural Health Monitoring (SHM) technique to determine the damage initiation within laminae. It is presented the study of the multiparametric optimization of stiffness and strength of these joints, using the genetic algorithm numerical method, also. The main conclusions of the thesis are as follows: increasing the values of the w/d and e/d ratios, an increase in the axial stiffness is achieved. The bolt torque increase the axial stiffness of the joint. Increasing the temperature causes a decrease in the axial stiffness of the joints and their strength. The thesis ends with an Appendix and Bibliography with 159 references.