

Avviso

Short Course

“Laser Shock Peening technology” by

Dr. Domenico Furfari
Airbus Operations GmbH – Hamburg (Germany)

and

Prof. Enrico Troiani
Dipartimento di Ingegneria Industriale – Università di Bologna, Sede di Forlì

Aula Seminari DIMEG 25 luglio 2018

- **11:00 - 11:30** E. Troiani – Numerical modeling of the Laser Shock Peening process.
- **11:30 - 11:45** D. Furfari – Presentation of Airbus.
- **11:45 - 12:15** D. Furfari – Laser Shock Peening as surface technology to extend fatigue life in metallic airframe structures.
- **12:15 - 12:45** D. Furfari – An overview of the requirements for implementing Laser Shock Peening into aerospace industry
- **12:45 - 13:30** Discussion and Conclusion.

**L’invito è rivolto anche agli allievi del 1° e 2° anno del corso di Laurea
Magistrale in Ingegneria Meccanica**

Prof. Enrico Troiani

Dipartimento di Ingegneria Industriale – Università di Bologna, Sede di Forlì

Modellazione numerica del processo Laser Shock Peening

Abstract

Il Laser Shock Peening (LSP) è un trattamento superficiale utilizzato per introdurre nell'oggetto metallico tensioni residue di compressione, in modo da ritardare la nucleazione e la crescita di macro-cricche, migliorando la vita a fatica del componente.

Il processo si basa su di un raggio laser pulsato ad alta potenza di corta durata (da 1 a 10 ns), concentrato sulla superficie da trattare, la quale può essere coperta da un rivestimento. Quando il laser colpisce il rivestimento, solitamente vernice o un sottile strato di alluminio puro, uno strato sottile di esso evapora; uno strato trasparente (di solito acqua) è posizionato sopra il rivestimento in modo da evitare l'espansione del plasma verso l'esterno, risultando quindi in un'onda d'urto di compressione che si propaga nel metallo.

Le onde d'urto sono essenziali per indurre una locale deformazione plastica del metallo, introducendo le tensioni residue di compressione volute.

Al fine di ottimizzare la tecnica, la maggior parte delle indagini sono in genere concentrate sulla determinazione sperimentale dei suoi effetti meccanici. Tale approccio è estremamente costoso, anche per le sofisticate tecniche di misura necessarie, come la diffrazione a raggi X, la Neutron Diffraction, lo Stress Contour method o L'Hole Drilling. Inoltre, la natura transitoria del fenomeno LSP rende molto impegnativa la misura in situ dell'interazione laser / materiale in tempo reale.

Per tutte queste ragioni, l'implementazione pratica dei processi LSP necessita di un'efficace capacità di valutazione predittiva analitica o numerica, in base alla complessità fisica intrinseca della generazione delle onde d'urto (plasma) e della loro evoluzione nei materiali trattati.

Le applicazioni tipiche della predizione LSP sono tutte le indagini relative all'influenza sulle sollecitazioni residue e sulla vita a fatica di parametri quali: impostazioni laser (densità di energia, durata dell'impulso, numero di strati); geometria dell'obiettivo (spessore, forma, punti critici come bordi); sequenza laser peening; condizioni ambientali (strato ablativo).

A tal fine è stato sviluppato un modello numerico che si basa sul codice FEM commerciale ABAQUS.

Tale modello è stato calibrato tramite una campagna di sperimentazione su campioni in leghe leggere (Alluminio) al fine verificare l'affidabilità per diverse geometrie di destinazione.

About the speaker

Il Prof. Troiani è docente di Costruzioni Aeronautiche nel Corso di Laurea Triennale e di Aerospace Structures (Fatica e Tolleranza al Danno) nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Bologna. È inoltre membro della Unità Operativa "Meccanica e tecnologie applicate all'aeronautica, spazio e mobilità", del Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale (CIRI) Aeronautica.

L'attività scientifica, svolta sia in ambito accademico che in collaborazione con enti di ricerca ed industrie aeronautiche internazionali, si è sviluppata secondo alcuni filoni principali: (a) ottimizzazione della vita a fatica di strutture in leghe leggere tramite tecnologie di Laser Shock Peening, con applicazione a componenti aeronautici; (b) valutazione del comportamento a fatica di strutture in materiali compositi avanzati soggette ad impatti; (c) metodologie di progettazione avanzata in ambito aerospaziale, con riferimento a problematiche di meccanica della frattura. Le attività di ricerca hanno portato ad oltre cento pubblicazioni scientifiche in riviste e presentazioni ai più importanti convegni internazionali del settore della Fatica in Aeronautica.

Dr. Domenico Furfari
Airbus Operations GmbH – Hamburg (Germany)

Laser Shock Peening as Surface Technology to extend Fatigue Life in Metallic Airframe Structures

Abstract

The use of surface technologies inducing residual stresses can be employed in aeronautical industry as technologies to ensure salvage for identified hot spots in terms of fatigue and crack growth performance. Degradation processes, such as fatigue, limit service lives of aircraft structures. Technologies and methodologies that improve the resistance of structures to these degradation processes are of benefit to the aircraft industry in terms of extending the service life of the structure and thus reducing maintenance costs. An emerging technology is Laser Shock Peening, which can be used in lieu of conventional Shot Peening to introduce residual compressive stresses to a metallic structure. This engineering field can be identified as Residual Stresses Engineering aiming at improving the economical and ecological impact of an aging fleet as well as of future aircraft structures by controlling the residual stresses.

This talk provides an overview how this technology can enhance fatigue and crack growth for different metallic materials commonly used in aircraft structures: ranging from Al alloys (2024-T351, 7010-T7451) to Precipitation Hardened Stainless Steel X3CrNiMoAl13-8-2. The depth of the compressive residual stresses is controlled by the laser peening parameters to obtain the “desirable” residual stress profile with the aim to inhibit fatigue crack initiation and crack propagation as function of the thickness.

An Overview of the requirements for implementing Laser Shock Peening into Aerospace Industry

Abstract

Recently, there is an increased interest to develop Laser Shock Peening (LSP) in research Institutes and Photonics Industries to address industrial applications. Their developments need multidisciplinary skills, from optical to automation engineering. From the Aerospace Industry prospective the development of a laser system is just the first step. Beside the optical performances, other requirements are necessary to demonstrate potential use in Aerospace Industry either in manufacturing or maintenance environment. Improving a structure performance after LSP should first be evidenced. A minimum compressive residual stress profile must be obtained. The capability to extend the fatigue life of an aircraft component and/or to slow down the crack growth should be demonstrated. For Laser Shock adhesion Test (LASAT), the bonding quality should be shown for a wide range of contamination scenarios, but ensuring the absence of laser shock induced damage in the structure. In both cases, the compatibility of the laser equipment with the operational environments must be demonstrated.

This talk provides the minimum requirements to demonstrate acceptable mechanical performance after LSP, in terms of compressive residual stress profile and fatigue responses. Possible coupons geometries, taking into account the possibility to be tested in standard mechanical test laboratories are described. These tests alone are not sufficient for the qualification and certification to enter in service, but they represent a possible preliminary test campaign to prove minimum requirement in terms of mechanical performance. An overview on the LASAT methodology to demonstrate adhesion strength discrimination is also given based on the same principle.

About the speaker

Domenico Furfari after obtaining his Engineering Degree at University of Pisa, Italy, from the Aerospace Department in the field of Aeronautic Structures; He also holds a PhD in the School of Industrial and Manufacturing Science of Cranfield University, UK.

After his experience in academia he joined Airbus in Hamburg Germany in 2004 at the department of Repair, Fatigue and Damage Tolerance as Airbus German site coordinator of EU project (FP6). In 2006, he joined the Metallic Fatigue and Damage Tolerance Department of Airbus responsible for R&T projects in the field of structural analysis for both composite and metallic materials. His main areas of interest range from new technologies for fatigue enhancement of metallic material (e.g. Laser Shock Peening) to composite fastened joints as well as rivetless solution for aircraft structural joints. He is currently Metallic Fatigue and Damage Tolerance for R&T Focal Point across all Airbus Sites.