

Studio numerico-sperimentale del riscaldamento laser localizzato di lamiere in Ti-6Al-4V per il controllo dello stato tensionale residuo

Friday 4 September 2026 10:00 (15 minutes)

Obiettivo. Il riscaldamento laser localizzato costituisce una possibile strategia per indurre, in modo non a contatto e spazialmente controllato, una modifica dello stato tensionale residuo in componenti metallici. Se per le leghe di alluminio tale approccio è già stato ampiamente investigato, per il Ti-6Al-4V le conoscenze disponibili risultano ancora limitate, soprattutto in relazione alla correlazione tra ciclo termico imposto e tensioni residue generate. Il presente lavoro è volto a studiare il comportamento di lamiere in Ti-6Al-4V (grado 5) sottoposte a riscaldamento laser localizzato, con particolare attenzione alla ricostruzione del campo termico transitorio e all'analisi dei campi tensionali residui superficiali indotti dal trattamento.

Metodi. L'attività è stata sviluppata mediante una procedura numerico-sperimentale. Le prove sperimentali sono state condotte su lamiere piane in lega di titanio mediante irraggiamento laser localizzato, acquisendo sperimentalmente l'evoluzione termica superficiale. In parallelo, è stato implementato un modello agli elementi finiti in regime termico transitorio, nel quale la sorgente laser è stata schematizzata come flusso termico superficiale a distribuzione uniforme. Il modello è stato calibrato tenendo conto dei principali parametri che governano la risposta del sistema, tra cui assorbimento efficace della radiazione, condizioni convettive al contorno e presenza di un rivestimento superficiale ad alta emissività. I campi termici così ottenuti sono stati successivamente trasferiti a un'analisi meccanica sequenziale per valutare la distribuzione delle tensioni residue superficiali al termine del ciclo termico.

Risultati. L'analisi ha evidenziato che la risposta termica del materiale è fortemente influenzata dalla corretta definizione delle condizioni di scambio e delle proprietà superficiali, con effetti rilevanti sia sulla temperatura massima raggiunta sia sui gradienti termici locali. In particolare, l'assorbimento efficace e la presenza del rivestimento superficiale sono risultati parametri determinanti nella riproduzione del profilo termico sperimentale. Una volta calibrato, il modello ha consentito di descrivere con coerenza l'evoluzione del campo termico e di ricostruire i corrispondenti campi tensionali residui superficiali, mostrando una stretta dipendenza tra distribuzione di temperatura, severità del gradiente termico e stato tensionale finale. I risultati ottenuti hanno inoltre permesso di individuare le condizioni di processo maggiormente significative ai fini della modulazione dello stato tensionale superficiale.

Conclusioni. Il lavoro conferma l'efficacia di una procedura numerico-sperimentale per lo studio del riscaldamento laser localizzato di lamiere in Ti-6Al-4V e per la successiva analisi delle tensioni residue superficiali indotte. L'impostazione proposta fornisce una base metodologica utile per la definizione di trattamenti laser finalizzati all'ingegnerizzazione dello stato tensionale superficiale delle leghe di titanio e alla futura valutazione del loro impatto sul comportamento a fatica.

Primary authors: Dr CUSANNO, Angela (Politecnico di Bari); Prof. PICCININNI, Antonio (Politecnico di Bari); CASAVOLA, Caterina (Politecnico di Bari); ATTOLICO, Michele Angelo (Politecnico di Bari); MORAMARCO, Vincenzo (Politecnico di Bari)

Presenter: ATTOLICO, Michele Angelo (Politecnico di Bari)

Session Classification: Meccanica Sperimentale

Track Classification: Meccanica Sperimentale