

Comportamento a fatica e a frattura del composito a matrice metallica Al2618–TiB₂ prodotto mediante PBF-LB

Wednesday 2 September 2026 10:45 (15 minutes)

I compositi a matrice metallica (MMCs) stanno emergendo come materiali promettenti per applicazioni strutturali grazie alla loro elevata rigidità specifica unita a interessanti prestazioni meccaniche. In particolare, i MMC con matrice a base di leghe di alluminio rinforzati con particelle ceramiche offrono un notevole potenziale per applicazioni critiche in ambito aerospaziale in cui la riduzione del peso e l'efficienza strutturale sono fattori chiave. L'introduzione di nuove tecniche manifatturiere, come il processo laser a letto di polvere (PBF-LB), consentono la realizzazione di geometrie complesse rendendo attraente la combinazione di questi materiali e processi innovativi. Tuttavia, permangono sfide legate al controllo dei difetti e alle prestazioni a fatica meccanica.

Questa presentazione fornisce una panoramica del comportamento statico e a fatica di una lega Al2618 prodotta mediante PBF-LB e rinforzata con il 7,1% in frazione di peso mediante un innovativo approccio in due fasi combinando tecniche di rinforzo in-situ ed ex-situ, al fine di ottenere una dispersione omogenea delle particelle ceramiche nel materiale di partenza. Il materiale è stato successivamente sottoposto a una caratterizzazione meccanica completa, comprendente prove di trazione, tenacità a frattura, propagazione della cricca a fatica, e fatica ad alto numero di cicli.

I risultati dimostrano un significativo incremento del modulo elastico (+13% rispetto alla lega base raggiungendo circa 85 GPa₉, pur mantenendo al contempo una buona tenacità a frattura nonostante l'elevato contenuto ceramico. Il comportamento meccanico per carichi dinamici è stato modellato con un approccio basato su concetti di *damage tolerance*; tale approccio ha consentito previsioni accurate della vita a livello di provino, a condizione che le tensioni residue siano adeguatamente introdotte nella modellazione. In questo contesto, sono state altresì eseguite analisi di tomografia computerizzata a raggi X sui provini a fatica che hanno permesso di caratterizzare la posizione e la tipologia dei difetti indotti dal processo. Questa analisi ha evidenziato il ruolo delle popolazioni di difetti nel governare il comportamento a fatica di questo materiale.

Per dimostrare ulteriormente l'applicabilità del modello di previsione della vita proposto è stato realizzato un componente in scala reale. Il componente è stato sottoposto a prove di fatica e la propagazione della frattura è stata monitorata mediante una combinazione di misure di caduta di potenziale in corrente continua, misure di cedevolezza e correlazione digitale delle immagini, fornendo una valutazione sperimentale completa dell'evoluzione del danno.

I risultati sperimentali sul componente in scala reale hanno mostrato un buon accordo con le previsioni di vita a fatica ottenute dal modello di materiale calibrato, confermando la trasferibilità della caratterizzazione a livello di provino alle applicazioni strutturali. Questa validazione dimostra l'efficacia di un approccio basato sulla tolleranza al danno per la progettazione e qualificazione di componenti MMC realizzati mediante manifattura additiva per applicazioni spaziali.

Primary author: PATRIARCA, Luca (Politecnico di Milano)

Co-authors: Dr LUPI, Giorgia (Politecnico di Milano); Dr MARIOTTI, Luca (Politecnico di Milano); Prof. CASATI, Riccardo (Politecnico di Milano); Prof. BERETTA, Stefano (Politecnico di Milano)

Presenter: PATRIARCA, Luca (Politecnico di Milano)

Session Classification: Additive Manufacturing

Track Classification: Additive Manufacturing