

Ripristino dei denti di ingranaggi tramite manifattura additiva: fattibilità e prestazioni del Directed Energy Deposition

Wednesday 2 September 2026 10:15 (15 minutes)

Il presente lavoro si propone di investigare e valutare strategie innovative per la riparazione di ingranaggi danneggiati mediante tecnologie di manifattura additiva. In particolare, lo studio si concentra sul ripristino dei denti di ingranaggi attraverso il processo di Directed Energy Deposition (DED), con l'obiettivo di analizzare l'efficacia di diverse geometrie di riparazione e approcci di deposizione. L'intento principale è quello di verificare se tali tecnologie possano rappresentare una valida alternativa ai metodi tradizionali di sostituzione dei componenti, contribuendo all'estensione della vita utile degli ingranaggi e alla riduzione dei costi e degli impatti ambientali associati alla produzione ex novo.

La metodologia adottata prevede un'analisi comparativa di differenti configurazioni di riparazione dei denti, includendo sia interventi parziali sia ricostruzioni complete del profilo del dente. Il processo DED viene utilizzato per depositare materiale direttamente sulle aree danneggiate, consentendo una ricostruzione controllata della geometria originale. Sono stati esaminati parametri geometrici rilevanti, come la prelavorazione delle superfici prima del deposito del materiale d'apporto, la qualità delle superfici ottenute. Inoltre, è stata valutata la fattibilità del processo in termini di stabilità operativa, ripetibilità e compatibilità con componenti esistenti. L'analisi si è basata su prove di fatica effettuate su simulacri di denti e valutazioni qualitative delle diverse strategie di deposizione, al fine di identificare le soluzioni più promettenti.

I risultati sperimentali evidenziano che le tecnologie di manifattura additiva, e in particolare il processo DED, offrono un elevato potenziale per la riparazione efficace degli ingranaggi danneggiati. Le soluzioni di riparazione mostrano vantaggi in termini di riduzione del materiale utilizzato e tempi di lavorazione. È stata osservata una buona continuità metallurgica tra il materiale depositato e il substrato, elemento fondamentale per assicurare l'integrità strutturale del componente riparato. Nel complesso, le prestazioni funzionali dei simulacri di denti riparati risultano compatibili con i requisiti operativi, dimostrando la validità dell'approccio.

Lo studio conferma che la manifattura additiva rappresenta una soluzione flessibile, efficiente e sostenibile per la riparazione di ingranaggi ad alto valore. L'utilizzo del Directed Energy Deposition consente di intervenire in modo localizzato sulle aree danneggiate, riducendo la necessità di sostituire interamente il componente e contribuendo a una gestione più sostenibile delle risorse. I risultati ottenuti indicano che, con un'adeguata ottimizzazione dei parametri di processo e delle strategie di deposizione, è possibile ottenere riparazioni affidabili e prestazioni funzionali comparabili a quelle degli ingranaggi originali. Questo lavoro contribuisce allo sviluppo di metodologie di riparazione robuste e replicabili, aprendo la strada a una più ampia adozione delle tecnologie additive nel settore della manutenzione avanzata dei sistemi di trasmissione meccanica.

Primary author: MURA, Andrea (Politecnico di Torino)

Co-author: GIANOLIO, Edoardo (Politecnico di Torino)

Presenter: MURA, Andrea (Politecnico di Torino)

Session Classification: Progettazione Meccanica

Track Classification: Progettazione Meccanica