



Saldatura laser

Applicazioni avanzate e sviluppo di componenti ad alte prestazioni

Contesto

La crescente richiesta di prodotti più efficienti, affidabili e sostenibili sta trasformando il modo in cui vengono progettati e realizzati i componenti industriali. Settori come l'automotive, l'aerospazio, l'energia e la fusione nucleare richiedono materiali sempre più performanti e processi produttivi in grado di garantire elevata qualità, precisione e ripetibilità. In questo contesto, la **saldatura a fascio laser (Laser Beam Welding - LBW)** rappresenta una delle tecnologie di giunzione più avanzate oggi disponibili. Grazie all'elevata concentrazione di energia del fascio laser, è possibile realizzare saldature ad alta profondità di penetrazione e precise con un apporto termico estremamente contenuto. Questo permette di limitare le deformazioni del materiale, ridurre gli scarti e diminuire la necessità di lavorazioni successive, con evidenti vantaggi in termini di qualità, tempi di produzione e consumi energetici. La saldatura laser è inoltre particolarmente adatta alla saldatura di materiali avanzati e alla realizzazione di giunti tra materiali differenti, consentendo di ottenere componenti affidabili e ad alte prestazioni anche nelle applicazioni più critiche.

L'elevata precisione, la facilità di integrazione nei processi automatizzati e la capacità di garantire risultati costanti rendono questa tecnologia uno strumento chiave per la manifattura avanzata. Oggi la LBW contribuisce allo sviluppo di componenti più leggeri, resistenti e affidabili, dimostrando come innovazione tecnologica, efficienza produttiva e sostenibilità possano procedere di pari passo.

MAIA – Laboratorio saldatura laser

Il laboratorio di saldatura laser è dotato di un sistema robotizzato a 8 assi, progettato per la realizzazione di saldature di elevata precisione su componenti tridimensionali e materiali avanzati. La configurazione dell'impianto consente di operare con elevata flessibilità sia in attività di ricerca e sviluppo sia nella definizione e ottimizzazione di nuovi processi di saldatura.

L'infrastruttura comprende:

- **Robot antropomorfo ABB IRB 4600** a 6 gradi di libertà, con capacità di carico di 60 kg e raggio operativo di 2,05 m, impiegato per la movimentazione della testa laser e l'esecuzione di traiettorie complesse.
- **Posizionatore ABB IRBP A** a 2 gradi di libertà, con capacità di carico fino a 250 kg, sincronizzato con il robot per garantire il corretto orientamento del componente durante la saldatura.
- **Sorgente laser a fibra IPG YLS 4000** da 4 kW, operante alla lunghezza d'onda di circa 1 μm , utilizzabile sia in modalità continua sia pulsata/modulata fino a 5 kHz.
- **Sistema ottico di focalizzazione e oscillazione del fascio (*beam wobbling*)**, in grado di realizzare differenti traiettorie di scansione (lineare, circolare, a otto e a infinito) per ottimizzare la geometria del giunto e la qualità della saldatura.
- **Sistemi ausiliari:** l'impianto integra un sistema di monitoraggio mediante telecamera per il controllo in tempo reale del processo di saldatura, una linea di alimentazione per gas di protezione (Argon ed Elio) per la salvaguardia del bagno di fusione e attrezzature di serraggio dotate di sistema di preriscaldamento, in grado di portare il componente fino a 500 °C. Il laboratorio è inoltre equipaggiato con un sistema di saldatura in atmosfera controllata, che consente di operare in ambienti a basso contenuto di ossigeno per lo sviluppo di processi di saldatura per una migliore qualità del giunto.

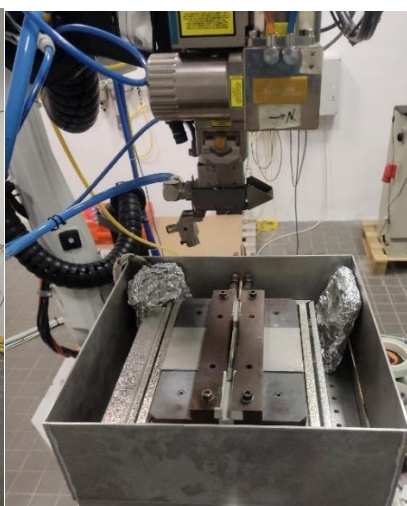
Applicazioni e potenzialità

Grazie alla sua flessibilità, il laboratorio supporta lo sviluppo di processi di saldatura innovativi per un'ampia varietà di materiali e componenti, sia in configurazione piana (lamiere) sia su geometrie tridimensionali e tubolari.

Le attività di ricerca riguardano la definizione e l'ottimizzazione dei parametri di processo per materiali avanzati destinati ad applicazioni ad alte prestazioni, nonché lo sviluppo di tecniche di riparazione di difetti e il ripristino di componenti mediante saldatura laser, con l'obiettivo di prolungarne la vita utile e ridurre costi e sprechi. Tra i principali ambiti di applicazione rientrano la saldatura di superleghe a base di nichel per componenti operanti ad alte temperature nel settore aerospaziale, la lavorazione di acciai speciali e strutturali, lo sviluppo di giunzioni tra materiali dissimili, come acciaio e rame, impiegate in sistemi di scambio termico e nei componenti destinati ai futuri impianti per la fusione nucleare, oltre alla riparazione di difetti superficiali e volumetrici su componenti ad alto valore aggiunto.

Bibliografia

- Spiller S, Varone A, Bergamini F, Angella G, Bonollo F, Fabrizi A, Ferro P. Evaluation of Laser-Welded IN625 Produced via Laser Powder Bed Fusion. Metallurgical and Materials Transactions A 2026 doi.org/10.1007/s11661-026-08282-0
- Angella G, Bergamini F, Cognini F, Fava A, Ferro P, Palombi A, Richetta M, Varone A. Laser Beam Welding of IN625 Alloy with Equiaxed Grains: Influence of Process Parameters, Metals 2025, 15(12), 1296 doi.org/10.3390/met15121296
- Barbieri G, Cognini F, de Crescenzo C, Fava A, Moncada M, Montanari R, Richetta M, Varone A, Process Optimization in Laser Welding of IN792 DS Superalloy, Metals 2024, 14(1), 124, doi.org/10.3390/met14010124.



Sistema di afferraggio con pre-riscaldamento

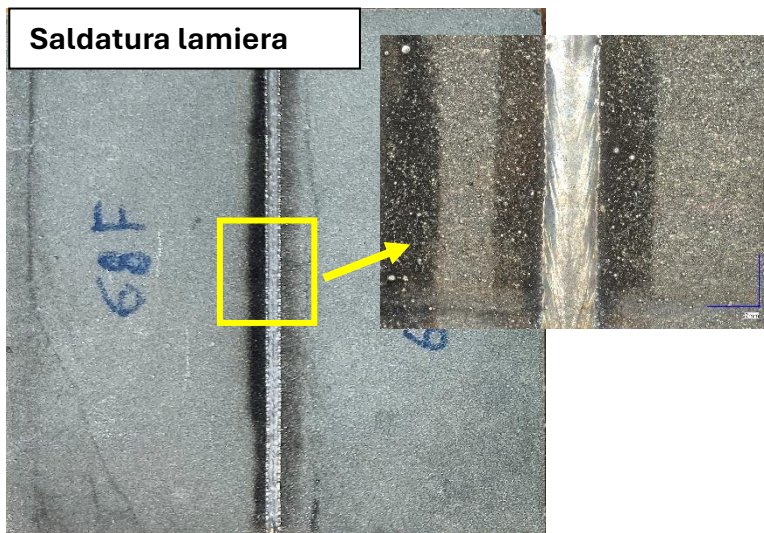


Testa di saldatura laser

Saldatura dissimile



Saldatura lamiera



**REGIONE
LAZIO**

