

## Abstract

### **Progettazione e Ottimizzazione di un apparato per la protezione di cordoni di saldatura Laser su leghe per applicazioni aeronautiche**

Nel presente lavoro di tesi è stato progettato e sviluppato un apparato automatizzato di saldatura laser che consente di effettuare saldature laser in modo controllato, versatile, efficiente, affidabile, semplice, ed economico. Questo sistema permette di proteggere dai processi di ossidazione e nitrurazione non controllati, non solo il bagno di fusione ma anche la porzione appena saldata di materiale risolidificato che si trova ancora al di sopra della temperatura critica di ossidazione o nitrurazione, in genere compresa tra 200°C e 400°C. Infatti, rispetto agli apparati della tecnica anteriore, il sistema realizzato consente di mantenere pure le porzioni di materiale appena saldato in un ambiente inerte ed anche dopo il passaggio della sorgente termica (ovvero la sorgente laser) almeno fino a quando la loro superficie non raggiunge temperature inferiori alla temperatura critica di ossidazione o nitrurazione, in modo tale da impedire tali processi reattivi. L'ossidazione è particolarmente critica per materiali come titanio, nichel superlega, zirconio, molibdeno, acciaio inossidabile e altre leghe metalliche reattive a caldo. La maggior parte di questi materiali sono largamente utilizzati per un'ampia gamma di applicazioni nel settore aerospaziale e campi biomedici, nonché per tubazioni in campo petrolchimico, alimentare, nucleare e chimico. In tutti questi campi applicativi, tali materiali devono essere utilizzati a contatto con sostanze corrosive o molto aggressive senza che vengano alterate le loro proprietà fisiche e meccaniche.

Un materiale con superfici ossidate dopo un processo di saldatura non assicura più le caratteristiche di resistenza alla corrosione e può essere necessario un ulteriore trattamento con mezzi meccanici per rimuovere lo strato di ossido formatosi sulla superficie.

L'apparato automatizzato di saldatura laser è stato testato con tre diverse tipologie di giunti: saldatura di testa di lastre in lega di titanio (Ti6Al4V) di spessore 3 mm; saldatura di testa dissimile: Haynes 188 e Inconel 718 di spessore 1,5 mm e saldatura d'orlo di fogli di Inconel 625 di spessore 0,7 mm.

Tutti i test sono stati eseguiti con l'apparato automatizzato di saldatura laser; la qualità del cordone di saldatura è stata valutata in termini di caratteristiche geometriche, contenuto di porosità, microstruttura, e proprietà meccaniche mediante prove di microdurezza e resistenza a trazione.

Il seguente lavoro di tesi si divide in tre parti principali. Nella prima parte, sono descritte le principali tipologie di sorgenti laser ed i loro principi di funzionamento, con particolare attenzione ai vantaggi del laser a disco, sorgente di ultima generazione impiegata nella sperimentazione. Inoltre, è stati discussi i tipi di saldatura laser, l'influenza dei parametri di processo ed i vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali di saldatura.

La seconda parte presenta il problema dell'ossidazione provocato da un processo di saldatura e le soluzioni proposte in letteratura per schermare e proteggere il cordone. Quindi si è passati alla descrizione dello sviluppo e della realizzazione dei componenti che compongono il sistema automatizzato di saldatura laser.

Infine, nell'ultima parte, sono state valutate le capacità del dispositivo di saldatura su tre diverse tipologie di giunti ed vengono forniti i relativi risultati. A valle di tale sperimentazione per i risultati ottenuti in termini di qualità dei giunti ottenuti si è deciso di brevettare l'intero dispositivo (sigla brevetto: SA2012A000016).