

Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica dal titolo “Sviluppo di procedimenti di saldatura LASER e LASER arco per pannelli AFS (Aluminum Foam Sandwich)”

Candidato: Ing. Bernardo Franco

Abstract

La tesi presenta l'attività di ricerca condotta presso il laboratorio LASER del centro di ricerca ENEA - Trisaia (MT) per lo sviluppo di un procedimento di saldatura, ancora poco diffuso a livello industriale, che è la saldatura ibrida LASER-arco. Inoltre, la novità del lavoro riguarda anche i materiali oggetto di indagine consistenti in estrusi di lega di alluminio, saldati a formare una struttura portante, a cui sono stati collegati pannelli sandwich di schiuma di alluminio (AFS), con una giunzione continua tale da garantire un collegamento strutturale. Considerate alcune problematiche, rilevate dal lavoro di ottimizzazione dei parametri della saldatura LASER-MIG, è stata verificata la possibilità di superare questi problemi (ad esempio la mutua influenza di parametri LASER e di quelli MIG) con l'impiego di un altro tipo di tecnologia LASER-arco basata su generatori a caratteristica cadente di tipo TIG e materiale d'apporto sotto forma di filo freddo. Per questa parte, il lavoro è stato mirato fondamentalmente alla progettazione del nuovo sistema e alla realizzazione di un primo prototipo che ha permesso di evidenziare alcuni importanti risultati.

Nella prima parte del lavoro si sono analizzate le prove di saldatura ibrida LASER-MIG tra AFS e profilati di lega di alluminio. Dall'analisi delle prove è emerso che la saldatura ibrida, applicata a materiali altamente riflettenti alla radiazione LASER CO₂ come la lega AA6060 T6, permette la saldatura con adeguati fili d'apporto, al contrario della saldatura LASER *stand alone*. Infatti, questo tipo di lega, di cui sono costituite anche le pelle dei pannelli AFS, riflette fortemente la radiazione LASER CO₂ inibendo l'innesco del processo di saldatura *keyhole* anche con potenze specifiche di 4×10^6 W/cm². Tale problematica è influenzata molto dall'impostazione dei parametri geometrici LASER-MIG, in particolare il posizionamento relativo delle sorgenti e, più in generale, permette una variabilità molto limitata nell'impostazione dei parametri geometrici, elettrici, delle velocità di saldatura e la quantità di filo d'apporto.

Per limitare il problema della mutua interazione fra LASER ed arco, poiché il processo MIG non permette una regolazione della quantità di filo indipendente dalla erogazione della potenza, nella parte finale delle attività si è descritta l'analisi dei componenti necessari, le scelte progettuali, la progettazione di componenti specifici per l'implementazione di una stazione di saldatura ibrida LASER -TIG. Si è realizzato un prototipo con il quale si sono fatti dei test preliminari.

Con il prototipo, se pur limitante per quanto riguarda le regolazioni possibili rispetto alle attrezzature definitive progettate, si sono eseguite alcune prove di penetrazione su acciaio inossidabile e leghe di nichel, per le quali erano già noti i *benchmark*, in termini di velocità massima di processo, alla massima potenza del LASER per ottenere la piena penetrazione, sulla stazione di lavorazione ND:YAG del C.R. ENEA - Trisaia. Da queste prove è emerso chiaramente che la saldatura ibrida, in termini di produttività, è molto più vantaggiosa della saldatura con il solo LASER poiché si sono riscontrati, su tali materiali, aumenti di velocità variabili tra il 60% e il 70% (a parità di potenza LASER). Chiaramente trattandosi di prove esplorative i valori devono intendersi solo indicativi, ma comunque superiori al 20%-30% che normalmente la letteratura riporta come dato.