



Ph.D. COURSE IN INDUSTRIAL ENGINEERING – XXX CYCLE

Student: Paolo Argenio

Supervisor: Prof. Vincenzo Sergi, Prof. Fabrizia Caiazzo

Abstract della tesi

Nel campo industriale si sta affermando l'utilizzo di tecnologie innovative di fabbricazione con l'obiettivo della riduzione dei costi e della flessibilità. In particolare, grande interesse è rivolto alle tecnologie di manifattura additiva (Additive Manufacturing – AM), le quali permettono di ottenere componenti complessi a partire da modelli CAD. L'additive manufacturing permette la fabbricazione di parti con geometria complessa, non realizzabili mediante l'utilizzo di tecnologie convenzionali sottrattive.

In pratica, tutte le tecniche di additive manufacturing utilizzano lo stesso principio di base: il componente finale è fabbricato aggiungendo materiale strato per strato.

Oggi, oltre ai materiali plastici, molti materiali metallici come acciaio, alluminio, superleghe base nickel, superleghe base cobalto e leghe di titanio possono essere processate con l'ottenimento di parti piene, senza porosità, in accordo con i requisiti per le applicazioni industriali. Particolare interesse è posto nelle industrie aerospaziali e biomedicali per la possibilità di realizzazione di parti complesse con una riduzione dei costi di fabbricazione.

Nell'industria aerospaziale ci si aspetta una riduzione delle materie prime per la fabbricazione di componenti, ovvero una riduzione del rapporto *buy-to-fly*.

Le tecniche di AM possono anche condurre ad innovazioni per strutture alleggerite per diverse applicazioni. Sono possibili anche la riparazione e il ripristino di componenti in servizio. Inoltre l'AM ha il potenziale per consentire un design innovativo che non potrebbe essere gestito nelle lavorazioni sottrattive.

L'attività di ricerca è incentrata sull'Additive Manufacturing di leghe metalliche per applicazioni aerospaziali. In particolare sono stati investigati i seguenti casi di studio:

- Riprogettazione e produzione di stampi per il processo di microfusione a cera persa di pale di turbine aeronautiche mediante produzione additiva a letto di polvere in sostituzione alle comuni tecniche di macchinazione CAD/CAM.

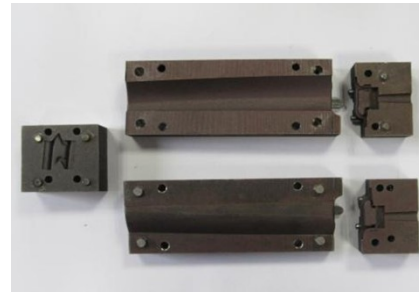
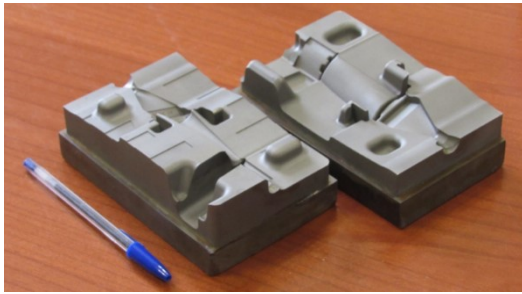


Figure.1: produzione di stampi per il processo di microfusione a cera persa di pale di turbina

- Progettazione della lavorazione ed ottimizzazione con additive manufacturing a letto di polvere. L'applicazione di questo processo è stato investigato come un avanzato strumento di prototipazione industriale per la fabbricazione di palette di turbina in Inconel 718 in fase di pre design prima della produzione di serie. Sono state discusse le proprietà meccaniche del metallo attraverso prove di trazione.



Figure.2: produzione additiva di pale di turbina in Inconel 718

- Riparazione e ripristino di componenti usurati di elevata complessità ed alti costi di produzione con tecnologia di deposizione diretta di polvere. Questo processo sta riscontrando notevole interesse nell'industria aerospaziale poichè consente di ottenere minime distorsioni del pezzo in lavorazione, ridotte zone termicamente alterate e migliore qualità superficiale, in confronto alle convenzionali tecniche di rivestimento e riparazione come l'arco elettrico e il plasma spray.



Figure.3: pala statorica riparata mediante deposizione diretta di polvere

- Ottimizzazione: in confronto alle tecniche convenzionali di produzione di componenti metallici, quali ad esempio lavorazioni di fresatura, la qualità superficiale limita l'applicazione delle tecniche di AM, perciò ne è stato investigato il miglioramento. Nonostante ricerca, sperimentazioni e modelli predittivi siano stati rivolti a ottimizzare i parametri di processo e le strategie di esposizione, sono richieste comunque lavorazioni di post-processo. L'utilizzo di un fascio laser per la modifica della qualità della superficie è una tecnica possibile per migliorare la rugosità dei componenti in acciaio inossidabile realizzati con l'AM.

The specimens

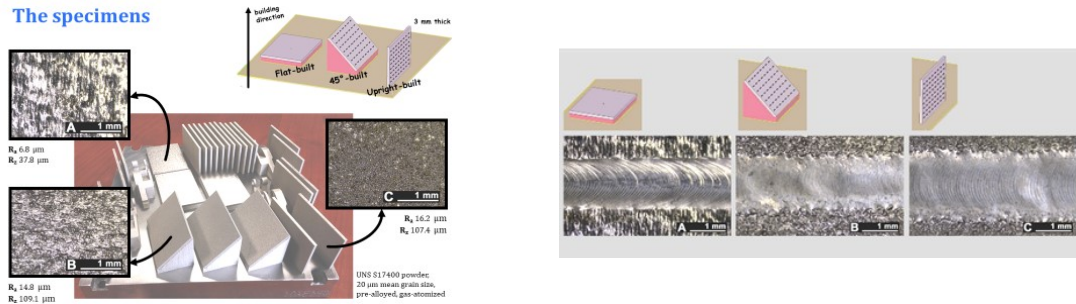


Figure.4: ottimizzazione della qualità superficiale di campioni realizzati mediante additive manufacturing