

Borse di dottorato di ricerca finanziate da Regione Lombardia nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con ENEA/Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo sostenibile (DGR n. 7792 del 17/01/2018 e 5321 del 4/10/2021).

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

Dottorato in: Ingegneria e scienze applicate.

Francesco Carugo: Sviluppo di materiali innovativi da produrre con tecnologie additive.

Abstract

Le leghe a base di nichel sono ampiamente utilizzate in settori caratterizzati da ambienti operativi difficili come quello chimico, aerospaziale, nucleare, petrolifero e del gas. Tra queste, la lega di nichel 625 riveste un ruolo strategico, soprattutto nel settore petrolifero e del gas, grazie alle sue elevate proprietà meccaniche unite ad un'eccezionale resistenza alla corrosione.

La matrice austenitica indurita, tuttavia, rende difficile la lavorazione con tecnologie di lavorazione convenzionali. In questo contesto, la diffusione delle tecnologie di Additive Manufacturing (AM) applicate ai metalli sta guadagnando sempre più interesse nel mondo industriale negli ultimi anni. Queste tecniche, basate su un approccio layer-by-layer, consentono di ridefinire le strategie di progettazione, consentendo la creazione di componenti di forma complessa, ottimizzando la geometria e in alcuni casi riducendo i costi.

Tra le tecniche AM disponibili oggi, le più popolari sono le tecniche basate sul letto di polvere come la Laser Powder Bed Fusion (LPBF) e le tecniche di deposizione di Directed Energy Deposition (DED). Recentemente, sono state sviluppate nuove tecniche che combinano il processo di stampa con processi di debinding e sinterizzazione. Tra queste, la Metal Fused Filament Fabrication (MFFF) è una tecnica emergente che utilizza un filamento composto da polvere metallica e polimero per realizzare un componente. Il componente così realizzato viene quindi sottoposto ad un ciclo di debinding, per rimuovere il polimero, seguito da un trattamento di sinterizzazione per densificare il prodotto finale.

A seconda della tecnica AM utilizzata, si ottengono microstrutture completamente diverse da quelle tradizionali. Diventa quindi fondamentale la questione legata ai requisiti di questi nuovi materiali, soprattutto se destinati all'utilizzo in ambienti caratterizzati da condizioni operative gravose.

Lo scopo di questa tesi è quello di valutare il comportamento alla corrosione della lega di nichel 625 ottenuta mediante tre diverse tecnologie di additive manufacturing: le tecniche LPBF, DED e MFFF. Nello specifico, il comportamento alla corrosione è stato valutato confrontando i risultati ottenuti con quelli di un prodotto commerciale realizzato mediante laminazione a caldo. Per quanto riguarda la tecnica MFFF e DED, è stato valutato l'effetto della pressatura isostatica a caldo post-processo sul comportamento alla corrosione in relazione alle microstrutture caratteristiche ottenute.

Pubblicazioni

- Cabrini, Marina and Carugo, Francesco and Carrozza, Alessandro and Lorenzi, Sergio and Pastore, Tommaso and Barbieri, Giuseppe and Cognini, Francesco and Moncada, Massimo, Effect of macro- and microstructural features on the corrosion behavior of additively manufactured alloy 625, 2022, LA METALLURGIA ITALIANA, 113 (9) pages 22-29.
- Carrozza, Alessandro and Lorenzi, Sergio and Carugo, Francesco and FEST SANTINI, Stephanie and Santini, Maurizio and Marchese, Giulio and Barbieri, G. and Cognini, F. and Cabrini, Marina and Pastore, Tommaso, A comparative analysis between material extrusion and other additive manufacturing techniques: Defects, microstructure and corrosion behavior in nickel alloy 625, 2023, MATERIALS & DESIGN, 225, pages 1-15. 10.1016/j.matdes.2022.111545

Convegni

- Francesco Carugo, Giuseppe Barbieri, Marina Cabrini, Francesco Cognini, Sergio Lorenzi, Tommaso Pastore, "Effect of different additive manufacturing techniques on microstructure and

corrosion behavior of alloy 625" (poster presentato al XVI CONVEGNO NAZIONALE AIMAT dal 15-18 settembre 2021)

- Lorenzi Sergio, Barbieri Giuseppe, Cabrini Marina, Carugo Francesco, Cognini Francesco, Moncada Massimo, Pastore Tommaso "Difetti metallurgici e comportamento a corrosione della lega 625 ottenuta per Metal Fused Filament Fabrication" XIII convegno INSTM 23-26 gennaio 2022.