

Trasferimento di calore nella sinterizzazione laser selettiva di polveri di poliammide

La sinterizzazione laser selettiva (SLS) è un tipo di fusione laser a letto di polvere (LPBF) ed è un processo di fabbricazione additiva (AM) a strati, con il quale è possibile produrre una geometria complessa utilizzando materiali granulari. La complessa interazione laser-materiale e la conoscenza dei parametri di processo associati rappresentano una sfida nella modellazione del processo SLS, che a sua volta contribuisce alla standardizzazione del processo. La conoscenza del campo di temperatura nel letto di polvere è fondamentale per comprendere il meccanismo di legame della polvere. Uno dei principali difetti dei pezzi prodotti con SLS è la delaminazione tra gli strati, dovuta alla mancanza di fusione. In questo studio, è stato costruito un set sperimentale di sinterizzazione laser stazionario dotato di due telecamere a infrarossi per misurare la distribuzione della temperatura lungo la profondità e la superficie superiore. Un sottile strato di polvere polimerica viene steso su un vetro al seleniuro di zinco (ZnSe) trasparente agli infrarossi, in modo che una delle termocamere possa vedere il trasferimento di calore dal basso verso l'alto. In questo studio è stata utilizzata una polvere di poliammide 12 (PA12 CB) trattata con nerofumo con una distribuzione granulometrica media di $60\mu\text{m}$ e PA6 CB con una distribuzione granulometrica media di $80\mu\text{m}$. Gli esperimenti sono stati condotti riscaldando il campione per 10 s e lasciandolo raffreddare. Per accompagnare i dati sperimentali è stato sviluppato un modello tridimensionale agli elementi finiti che considera il trasferimento di calore conduttivo, convettivo e radiativo e il cambiamento di fase. Come prima cosa, nel modello viene considerata un'emissività dipendente dalla temperatura. È stato eseguito un esame statistico con il metodo Design of Experiments (DoE) per valutare le proprietà incerte del materiale, come la conduttività termica e l'assorbenza laser, e il loro effetto sull'evoluzione della temperatura in funzione del tempo nel letto di polvere. L'accuratezza del modello è stata convalidata confrontando i dati di temperatura lungo le direzioni xyz con i valori sperimentali. La polvere di PA6 CB mostra un maggiore assorbimento laser e una maggiore conduttività termica rispetto alla PA12 CB. Ciò è evidente dal rapido riscaldamento della PA6 CB dovuto al maggiore assorbimento laser e dal più rapido raffreddamento dovuto alla maggiore conduttività termica. L'emissività del letto di polvere è quasi uniforme con la temperatura per entrambe le polveri e aumenta drasticamente in corrispondenza del bagno di fusione. Questo cambiamento nell'emissività viene catturato nel modello. Come aggiunta al progetto, è stato studiato il trasferimento di calore nel rivestimento elettrostatico in polvere. È stato sviluppato un modello basato sugli elementi finiti con un modello di input di calore a infrarossi. Il modello aiuta a comprendere la temperatura raggiunta durante il riscaldamento a infrarossi e, di conseguenza, a conoscere la potenza ideale necessaria per il riscaldatore.

Parole chiave: Termografia a infrarossi, metodi a elementi finiti, trasferimento di calore, storia della temperatura.