

Integration und Test eines Metallpulveraufbereitungssystems zur Herstellung Gradient-Schichtstruktur beim High Speed LMD (HS-LMD)

Diplomand



Andreas Hartmann

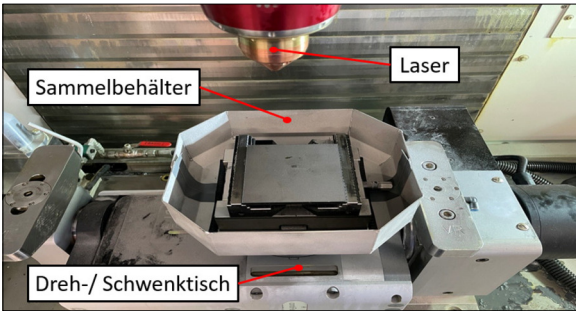
Ausgangslage: Der High-Speed Laser Metal Deposition (HS-LMD) Prozess stellt eine bedeutende Weiterentwicklung im Bereich der additiven Fertigung dar. Diese Technik ermöglicht die präzise Herstellung und Reparatur komplexer metallischer Strukturen durch schichtweises Auftragen von Metallpulver mittels eines Laserstrahls. Der HS-LMD Prozess bietet im Vergleich zu herkömmlichen Methoden wie dem Fräsen zahlreiche Vorteile, darunter eine höhere Materialeffizienz und die Fähigkeit, komplexe Geometrien ohne zusätzliche Werkzeuge zu fertigen. Ein wesentliches Problem beim Einsatz des HS-LMD Prozesses ist der Verbleib von überschüssigem Metallpulver in der Hybridmaschine der OST. Dieses unverwendete Pulver führt zu Betriebskosten und kann die Effizienz des Prozesses erheblich beeinträchtigen. Zudem kommt es durch die Kombination verschiedener Fertigungsverfahren auf derselben Maschine zur Kontaminierung des Pulvers. Ein weiteres Hindernis ist die fehlende Kenntnis der optimalen Prozessparameter für den HS-LMD Prozess und einem geeigneten Mischverhältnis zwischen den Materialien Inconel 625 und Stahl 316L. Die Untersuchung von Multimaterialstrukturen sowie die Entwicklung eines effektiven Pulverrückgewinnungssystems sind daher entscheidend, um die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des HS-LMD Prozesses zu verbessern.

Vorgehen: Ziel dieser Arbeit ist es, eine Parameterstudie und Multimaterialstrukturen des HS-LMD Prozesses durchzuführen. Des Weiteren soll ein Sammelssystem zur Rückgewinnung des Metallpulvers entwickelt werden. Die Arbeit umfasst eine umfangreiche Parameterstudie, bei der die besten Werte mittels Härte- und Gefügeanalyse bestimmt werden. Das optimale Mischverhältnis von Stahl 316L und Inconel 625 wird ebenfalls auf die Härte und das Gefüge analysiert, um eine optimale Balance zwischen Porosität und Härte zu finden. Ein effizientes Sammelssystem wird entwickelt und in die Hybridmaschine integriert, um überschüssiges Metallpulver während des Prozesses aufzusammeln. Abschliessend wird geprüft, wie viel Material wiederverwendet werden kann. Zusätzlich werden die Auswirkungen der Kontaminierung durch Schleifpartikel untersucht und Massnahmen zur Verhinderung solcher Kontaminationen getroffen.

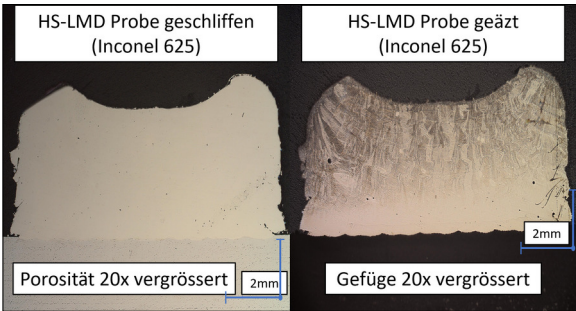
Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass der Sammelbehälter über 57% des verwendeten Pulvers wieder aufammelt. Die Untersuchung der HS-LMD Parameter ergibt, dass Proben mit 50% Überlappung und ohne Abheben des Lasers zwischen den Layern, eine geringere Porosität und homogenere Mikrostruktur aufweisen. Die gewählten Schweißparameter, darunter eine Vorschubgeschwindigkeit von 10m/min, ermöglichen eine schnelle Verarbeitung mit den höchsten Härtewerten und dem feinsten Gefüge. Die

Untersuchungen des Mischverhältnisses von Stahl 316L und Inconel 625 zeigen, dass 25% Stahl 316L und 75% Inconel 625 für den HS-LMD Prozess die optimale Balance zwischen geringster Porosität und höchster Härte bieten. Des Weiteren kann durch die Entwicklung und Integration eines effizienten Sammelssystems eine signifikante Reduktion der Pulververluste erzielt werden, was zur Kostensenkung und Erhöhung der Prozessstabilität beiträgt. Diese Erkenntnisse tragen massgeblich zur Optimierung des HS-LMD Prozesses bei und bieten wertvolle Einblicke für zukünftige Anwendungen und Forschungen im Bereich der additiven Fertigung.

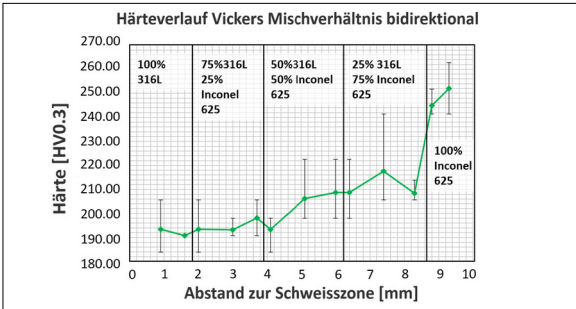
Hybridmaschine mit montiertem Sammelbehälter
Eigene Darstellung



Geschliffene und geätzte HS-LMD Probe (20x vergrössert)
Eigene Darstellung



Vickers Härteverlauf Mischverhältnisversuch von Stahl 316L und Inconel 625
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Korreferent

Stefano Capparelli,
Accelleron-industries
(ABB Turbocharging),
Baden, AG

Themengebiet
Fertigungstechnik