AMnonWeldSuperAlloys

Additive Manufacturing of Non-Weldable Nickel-Base Superal-loys: Process, Microstructure and Mechanical Properties

Programm / Ausschreibung	Bridge, Brückenschlagprogramm, Ausschreibung Bridge 1 (GB 2021 KP)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.08.2021	**Projektende**	31.07.2024
Zeitraum	2021 - 2024	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	additive manufacturing; residual stress; Ni-base superalloys; grain boundary; hot cracks		

Projektbeschreibung

Additive Fertigung (AM) bietet im Hinblick auf die Herstellung kostenintensiver und höchst belasteter, metallischer Komponenten im Bereich der Luft- und Raumfahrt großes Potential. Wenn es darum geht, die Kriechfestigkeit von kritischen Bauelementen, wie etwa Turbinenschaufeln von Flugzeug-Antriebsturbinen, zu erhöhen, kommen vorwiegend Ni-Basis Superlegierungen mit einem relativ hohem Volumensanteil von intermetallischen Phasen (Gamma-Strich Ausscheidungen) zum Einsatz. Aufgrund der Neigung zur Ausbildung von Heißrissen, gelten viele dieser Legierungen als nicht-schweißbar und lassen sich auch durch AM aktuell nicht verarbeiten.
Ziel dieses Projektes ist es, zunächst den Einfluss von Mikrolegierungselementen auf die Ausbildung von Heißrissen entlang von Korngrenzen bei der Verarbeitung von nicht-schweißbaren Ni-Basis Superlegierungen durch AM zu verstehen, um in einem nächsten Schritt neue Legierungskonzepte für Mikrolegierungselemente, welche eine Heißrissbildung verringern oder vermeiden, vorschlagen zu können. Dazu werden kommerziell, am Markt verfügbare Pulver, sowie im Rahmen des Projektes eigens hergestellte Modelllegierungen durch AM zu unterschiedlichen Proben und Bauteilen verarbeitet. Der Einsatz von modernsten Charakterisierungsmethoden und Modellierungsverfahren ermöglicht, das auftretende Rissverhalten, die Segregation von Elementen an Korngrenzen, sowie Gefüge und Eigenspannungen miteinander korrelieren zu können. Durch die so erlangten, wissenschaftlichen Erkenntnisse der Probenherstellung und anschließenden Analyse gelingt es, die Basis für das Design einer neuen Generation von Ni-Basis Superlegierungen mit einem relativ hohen Anteil von Gamma-Strich-Ausscheidungen und einer gleichzeitig geringen Neigung zur Heißrissbildung bei der Verarbeitung durch AM zu schaffen. Die erfolgreiche Entwicklung einer neuen Generation von kriechfesten, höchst belastbaren Ni-Basis Superlegierungen, welche durch AM zu Antriebskomponenten in der Luft- und Raumfahrt verarbeitet werden können, ist für eine künftige Reduktion des Treibstoffverbrauchs in der Luft- und Raumfahrt entscheidend.

Abstract

Additive manufacturing (AM) possesses an enormous potential for the production of costly engineering components for aerospace applications. In order to improve the creep resistance of critical components like aero engine turbine blades, Ni-base superalloys with a relatively large volume fraction of intermetallic phases (gamma prime precipitates) are expected to be considered. Such alloys are however classified as “non-weldable” due to their susceptibility to hot cracking when built by

AM. The aim of this project is to understand the role of micro-alloying elements on the hot cracking along grain boundaries in AM structures produced from non-weldable Ni-base superalloys and to propose novel micro-alloying concepts against hot-cracking. For this purpose, commercial and model metallic powders for AM technology will be used to manufacture AM structures. Then, cutting edge characterization techniques and modelling approaches will be used to investigate the correlation between the cracking behaviour at grain boundaries, the elemental segregation, the internal microstructure and residual stresses. Subsequently, the basic science knowledge gained from the synthesis and analysis of the AM structures will be used to define ground for designing a new generation of Ni-based superalloys with a relatively large volume fraction of gamma prime precipitates and a good resistance against hot cracking when built by AM. The project possesses a reasonable potential to positively influence the fuel consumption of air-breathing jet engines, which will use AM components based on the novel superalloys to improve creep resistance under high loads.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Materialphysik

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Stahldesign
- Resch Holding GmbH
- voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG