

Selektives Laserschmelzen von Ti-6Al-4V, 316L und IN718 – Einfluss nachgeschalteter Wärmebehandlungen auf Mikrostruktur und mechanisches Verhalten unter quasi-statischer und zyklischer Beanspruchung

Ti-6Al-4V, 316L and IN718 processed by selective laser melting – effect of post-process heat treatments on the microstructure and mechanical performance under quasi-static and cyclic loading

Die Additive Fertigung (AF) steht derzeit insbesondere aufgrund der mit dem schichtweisen Fertigungsprinzip verbundenen hohen Designfreiheit im Interesse der Forschung und Entwicklung. Diese erlaubt die Herstellung geometrisch komplexer Strukturen, welche ideal an die äußere Belastung angepasst werden können, wodurch extrem hohe Leichtbaugrade erreicht werden.

Aufgrund der schichtweisen Fertigung sowie den, bezogen auf das Bauteilvolumen, geringen Schmelzbaddimensionen sind jedoch besondere Temperatur-Zeit-Verläufe während des Herstellprozesses verbunden, sodass im Vergleich zu konventionell verarbeiteten Materialien spezielle mikrostrukturelle Zustände direkt nach dem Prozess vorherrschen. Üblicherweise werden daher nachgeschaltete Wärmebehandlungen eingesetzt, um die Mikrostruktur und die damit verbundenen mechanischen Eigenschaften zu verbessern.

In dieser Studie wurden für die Verarbeitung mittels AF typischer Materialien, d. h. die Ti-6Al-4V-Legierung, der austenitische Stahl 316L sowie die Nickelbasis-Superlegierung IN718 über die Technik des Selektiven Laserschmelzens prozessiert. Die direkt nach dem Prozess vorliegenden mikrostrukturellen Ausprägungen sowie der diesbezügliche Einfluss nachgeschalteter Wärmebehandlungen wurden charakterisiert. Untersuchungen zum mechanischen Verhalten unter quasi-statischer und zyklischer Beanspruchung zeigen in Abhängigkeit der einzelnen Legierungen unterschiedliche Effekte der über den Herstellprozess bzw. über den jeweiligen Wärmebehandlungspfad eingestellten Mikrostrukturen. Die Vor- und Nachteile nachgeschalteter Wärmebehandlungen für die betrachteten Legierungen und Lastfälle werden aufgezeigt.

Additive Manufacturing (AM) is currently in focus of research and development due to the high freedom of design related to the layer-wise production principle. This enables for manufacturing of geometrically highly complex structures, which can be ideally adapted to the prevailing loads. Consequently, extreme light-weight structures can be achieved.

However, due to the layer-wise production as well as the – in relation to the part dimensions – small melt pool size, distinct time-temperature-paths prevail, leading to special microstructural conditions in comparison to conventionally processed material. Eventually, post-process heat treatments are typically applied in order to improve the microstructure and related mechanical properties.

In this study, common materials for AM, i. e. the Ti-6Al-4V alloy, 316L stainless steel as well as the nickel-based superalloy IN718, were processed via selective laser melting. The microstructural features directly after the process as well as related effects of different post-process heat treatments were investigated. Mechanical testing under quasi-static as well as under cyclic loading conditions revealed, in dependence of the material contemplated, different effects of the microstructures induced by the process and the subsequently conducted heat treatment, respectively. The advantages and drawbacks of post-process heat treatments for the alloys and loading conditions contemplated are highlighted.



Vortragender / Speaker

Tizian Arold

Institut für Werkstofftechnik,
Universität Kassel

Florian Brenne, Thomas Niendorf

Institut für Werkstofftechnik, Universität Kassel