

Thema: Eignung von Ti-Ta-Al Formgedächtnislegierungen für den Metallpulverspritzguss

Zusammenfassung

In der Luft- und Raumfahrt ist es wertvoll, wenn Materialien mehrere Funktionen übernehmen können. Die Formgedächtnislegierungen bieten diese Möglichkeit. Mit dem Einsatz einer solchen Legierung ist es möglich, dass Metallteile sowohl als Sensor und auch als Aktor genutzt werden können. Die Aktivierung des Formgedächtniseffektes kann dabei entweder durch eine Spannung oder eine Temperatur erfolgen. Die Proben sollen mit dem Verfahren des Metallpulverspritzgusses hergestellt werden. Mit dem Verfahren ist es möglich Werkstücke in nahezu jeder Geometrie herzustellen. Auch bietet es den Vorteil, dass ein großer Teil an Ressourcen - im Gegensatz zu den zerspanenden Verfahren - eingespart werden kann.

In dieser Arbeit sollen Metallpulverspritzguss (MIM)-Proben mit einer Zusammensetzung von Ti-25Ta-5Al wt % hergestellt werden. Der Feedstock wird aus verdüstem Legierungspulver und Binder hergestellt. Anschließend wurden daraus Proben in einer Matrize gepresst. Die MIM-Proben wurden bei verschiedenen Sintertemperaturen hergestellt. Weiterhin wurden Gussproben mit der Zusammensetzung von Ti-25Ta-5Al wt % und Ti-56Ta-1.6Al wt % im Lichtbogenofen erschmolzen. Beide Herstellungsverfahren wurden auf ihre Mikrostruktur untersucht. Für beide Proben wurde eine Dynamische Differenzkalorimetrie durchgeführt. Um den Formgedächtniseffekt in den Proben zu testen, müssen die Proben eine Wärmebehandlung erhalten. Die Proben wurden erhitzt und anschließend mit Argon Gas oder Wasser abgeschreckt. Folgend wurde ein Druck von 100 MPa auf die Proben ausgeübt. Bei diesem Druck wurde von Niendorf et al. 2015¹ der Formgedächtniseffekt nachgewiesen. Von den Proben wurde ein EBSD-Scan und eine Analyse im Synchrotron durchgeführt.

Bei der Analyse der Porosität hatten die MIM-Proben mit einer Sintertemperatur von 1550 °C den kleinsten gemessenen Wert. Die Auswertung der Mikrostruktur ergab, dass in beiden Proben Konzentrationsunterschiede vorliegen. Die Ergebnisse aus der Dynamischen Differenzkalorimetrie ergaben höheren Kohlenstoffgehalte für die MIM-Proben als für die Gussproben. Dieser erhöhte Gehalt kann durch den Binder erklärt werden. Der Formgedächtniseffekt konnte nicht in der Ti-25Ta-5Al wt % Legierung nachgewiesen werden. Die Synchrotrondaten ergaben in der Auswertung, dass der Anteil an der Titan-β-Phase klein ist. Die Zusammensetzung der Gussproben Ti-56Ta-1.6Al wt % ergab in der Auswertung, dass ein Formgedächtniseffekt zum Teil vorhanden ist. Der metastabile Zustand hat sich beim Experiment gelöst und so konnte der Effekt nicht in vollem Umfang nachgewiesen werden. Die Auswertung der Synchrotrondaten konnte nicht erfolgen, da die Körner in der Probe zu groß waren. Folglich war eine Phasenanpassung nicht möglich.

In Rahmen dieser Arbeit ist es gelungen MIM-Proben herzustellen. Die Wärmebehandlung ergab, dass es einen kleinen Unterschied zwischen den beiden Verfahren gab. Die Ursache, dass der Formgedächtniseffekt nicht in der Metallpulverspritzgussprobe gemessen wurde, könnte zum einen das neue Herstellungsverfahren und zum anderen die verwendete Zusammensetzung sein. Bei der Gussprobe Ti-56Ta-1.6Al wt % konnte der Effekt zum Teil nachgewiesen werden. Um den Formgedächtniseffekt in den MIM-Proben nachzuweisen sollte Pulver mit der Ti-56Ta-1.6Al wt % Zusammensetzung hergestellt werden. Außerdem sollte die maximale Temperatur beim Druckversuch unterhalb von 550 °C liegen. Bei weiteren Experimenten sollten die Proben im Synchrotronstrahl rotiert, werden um die Kornstatistik zu erhöhen.

¹Niendorf et al., Functional and structural fatigue of titanium tantalum high temperature shape memory alloys (HT SMAs), Materials Science and Engineering: A 620(Supplement C) (2015) 359-366