

Hochtemperaturverschleißschutzschichten für TiAl-Legierungen

19655 N

Intermetallische Titanaluminide (TiAl) haben sich mittlerweile als Werkstoffe für Turbinenschaufeln in Flugzeugtriebwerken etabliert. Sie bestechen nicht nur durch einen hohen Schmelzpunkt, sondern besonders durch ihre außergewöhnlichen spezifischen Festigkeiten bei hohen Temperaturen. Der Einsatz von TiAl führt im Vergleich zu den schwereren Ni-basierten Werkstoffen zu erheblichen Gewichtseinsparungen und zu einer Effizienzsteigerung. Bisher ist der Einsatz von TiAl als Schaufelmaterial jedoch noch auf den Niedertemperaturbereich der Turbinen beschränkt. Oberhalb von ca. 700°C treten durch Oxidationsvorgänge Versprödungs- und Verschleißerscheinungen auf. Im Projekt wurde deshalb eine Oxidations- und Verschleißschutzschicht für TiAl-Legierungen und deren Hochtemperatureinsatz in oxidierenden Atmosphären entwickelt.

Die Oxidationsuntersuchungen an den unbeschichteten Legierungen im Temperaturbereich von $T < 700^{\circ}\text{C}$ zeigten bereits deutliche Beeinträchtigungen der mechanischen Eigenschaften durch mikrostrukturelle Veränderungen in der Metallrandzone. Bei den untersuchten Materialien auf Ti- und TiAl-Basis stieg mit steigender Temperatur auch die Verschleißrate an. Gerade im Temperaturbereich von 400 – 700°C, dem Einsatzbereich von TiAl-Turbinenschaufeln, wurden maximale Verschleißraten gemessen.

Es wurden zwei Schutzschichtsysteme entwickelt und untersucht. Beim eher "klassischeren" der beiden Ansätze wurden Aliterschichten via Pack-Zementierung abgeschieden. Dies führte zu einer deutlichen Verbesserung des Oxidationsverhaltens und dem Erhalt der Mikrostruktur in der Randzone. Weiterhin besitzen die Aliterschichten bei bis zu 400°C eine sehr gute Verschleißresistenz. Ein Nachteil allerdings ist, dass die Schichten bei Raumtemperatur sehr spröde sind. Das wirkt sich negativ auf die Bruchdehnung der Proben aus.

Beim "neuartigeren" Ansatz wurde eine Cr₂AlC MAX-Phasen-Schicht via Magnetronsputtering und Kristallisationsglühung abgeschieden. Die beschichteten Proben besaßen bei Temperaturen bis zu 800°C eine herausragende Oxidationsresistenz und zeigten bei Raumtemperatur ausgewogene mechanische Eigenschaften. Der sukzessiven Al-Verarmung der Schicht im Zuge der Auslagerungen kann mittels einer Diffusionsbarriere entgegengewirkt werden. Die MAX-Phasen liefern vielversprechende Ergebnisse als Schutzschicht für TiAl-Legierungen. Diese Ergebnisse können KMUs im Bereich der Beschichtungstechnologie zu einem erheblichen Wettbewerbsvorteil verhelfen.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 01/18 bis 04/21 am **DECHEMA-Forschungsinstitut** (Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel. 069 7564-337) unter der Leitung von PD Dr.-Ing. Mathias Galetz (Leiter der Forschungseinrichtung PD Dr.-Ing. Mathias Galetz).

Gefördert durch:



Das IGF-Vorhaben Nr. 19655 N der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages