

# Unterdrückung der Sauerstoffversprödung von Titanlegierungen

16110 BG

Ziel des Vorhabens war, die Sauerstoffversprödung von Ti-Legierungen bei einem Einsatz in oxidierenden Hochtemperaturatmosphären zu verhindern. Hierzu ist eine Aluminiumanreicherung in der Randzone mit dem Halogeneffekt kombiniert worden. Das Aluminium wurde vor allem mit dem Pulverpackverfahren und das Fluor zusätzlich durch Plasma-Immersion-Ionen-Implantation (PI<sup>3</sup>) bzw. einem Flüssigphasenverfahren eingebracht. Die behandelten Proben wurden bei Temperaturen von 600°C - 700°C in Luft getestet.

Für dieses Projekt konnte auf die Ergebnisse aus vorangegangenen Forschungsvorhaben (AiF-Nr. [31 ZBG-ZUTECH](#), [104 ZBG](#) und [176 ZBG](#)) zurückgegriffen werden. Dort wurden bereits Untersuchungen zum Halogeneffekt bei intermetallischen  $\gamma$ -TiAl-Legierungen (Al-Gehalte zwischen 40 - 50 Atom%) durchgeführt. Die bei TiAl gefundenen Implantationsparameter konnten auch auf die alitierten Ti-Legierungen (Al-Gehalte < 10 Atom%) angewendet werden. Das Alitieren durch einen Pulverpackprozess ist auch bei relativ niedrigen Temperaturen von 600°C sehr gut möglich, dies konnte ebenfalls in einem Vorgängerprojekt nachgewiesen werden (AiF-Nr. [252 ZBG](#)).

Die Dicke der gebildeten TiAl<sub>3</sub>-Diffusionsschicht konnte auf kleiner als 5µm abgesenkt werden, ohne dass die guten Hochtemperaturschutzeigenschaften beeinträchtigt wurden. Eine zusätzliche Fluorierung verbessert diese Eigenschaften noch. Eine alleinige Alitierung bzw. Fluorierung verhindert die Sauerstoffeindiffusion während der Hochtemperaturexposition bei den untersuchten Titanlegierungen nicht.

Als ein weiteres Alitierungsverfahren kann das Sputtern für plane Proben eingesetzt werden, wobei je nach Wahl des Targetmaterials sowohl reine Al-Schichten als auch abwechselnd Ti/Al-Mischschichten und intermetallische Ti<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>-Schichten produziert werden können.

Zusätzlich zur Ionenimplantation von Fluor ist die Fluorierung auch durch einen Flüssigphasenprozess möglich. Hierbei wird die Probe mit einer flüssigen, fluorhaltigen Verbindung behandelt, die bei der Hochtemperaturlagerung zersetzt wird. Das freiwerdende Fluor reagiert mit dem Aluminium aus der Diffusionszone, so dass der Fluoreffekt erreicht wird.

Neben der verbesserten Oxidationsbeständigkeit im untersuchten Temperaturbereich verhindern die aufgetragenen Schutzschichten zusätzlich die Eindiffusion von Sauerstoff in das Substrat, welches zu einer Versprödung der Randbereiche und somit vorzeitigem mechanischen Versagen von Titanbauteilen führen würde. Unbehandelte Titanproben weisen nach der Oxidation an der Luft eine durch gelösten Sauerstoff deutlich aufgehärtete Oberflächenrandzone auf. Bei den durch Alitieren und F-Dotierung behandelten Proben ist dies nach gleicher Exposition nicht der Fall.

Im Projekt wurden Turbinenschaufeln als Beispiele für reale Bauteile untersucht, sie sind homogen mit einer intermetallischen TiAl<sub>3</sub>-Schicht nach Pack bedeckt, so dass dieses Verfahren auch für komplexere Geometrien angewendet werden kann. Nach der Oxidation sind diese Proben durch eine Aluminiumoxidschicht geschützt.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 06/09 bis 11/11 von der **DECHEMA e.V., Karl-Winnacker-Institut** (Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt, Tel.: 069/7564-361) unter der Leitung von Prof. Dr. M. Schütze (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. K. Wagemann) und dem **Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.** (Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden, Tel.: 0351/260-3348) unter der Leitung von Prof. Dr. A. Kolitsch (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. R. Sauerbrey).

Ausrüstung von Textilien für Schutzbekleidung mit funktionalisierten Heißschmelzstoffen

--> [TIB](#)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Das IGF-Vorhaben Nr. 16110 BG 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