

Entwicklung tribologisch optimierter Werkzeugoberflächen für eine wirtschaftliche Umformung von hochfesten Ti(Al)-Legierungen bei 750-1250°C

Forschungsbedarf

Ti(Al)-Legierungen bieten auf Grund ihrer herausragenden Eigenschaften ein großes Potenzial für Hochtemperaturanwendungen, v. a. im Turbinen- und Motorenbau. Ihr industrieller Einsatz ist jedoch durch fehlende wirtschaftliche Umformverfahren stark limitiert. Hauptursache hierfür ist der hohe Werkzeugverschleiß, der bei Umformtemperaturen von 750 –1250 °C auftritt. Das Ziel ist daher die Entwicklung tribologisch optimierter Werkzeugoberflächen, für eine prozesssichere und kosteneffiziente Umformung unter Schutzgas.

Zielstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer verschleißarmen Werkzeugtechnologie zur wirtschaftlichen Umformung hochfester Ti(Al)-Legierungen bei 750–1250 °C. Dazu werden geeignete Hochtemperaturwerkstoffe (Ni-Basis, Mo-Basis, Cobalt-Basis) mit optimierten Randschichtbehandlungen kombiniert. Durch gezielte Werkstoffauswahl, angepasste Oberflächenmodifikation und optimierte Prozessparameter soll die Standzeit der Werkzeuge um mindestens 25 % gesteigert und die Bauteilqualität dauerhaft gesichert werden.

Wirtschaftlicher Nutzen

Die steigende Nachfrage nach leichten, hitzebeständigen Bauteilen – etwa für Turbinenschaufeln – erfordert wirtschaftliche Umformprozesse für Ti(Al)-Legierungen. Derzeit führen starke Adhäsion und hoher Werkzeugverschleiß zu Prozessunterbrechungen, Ausschuss und erhöhtem Aufwand. Eine tribologisch optimierte Werkzeugtechnologie soll diese Probleme deutlich reduzieren und den Fertigungsprozess effizienter gestalten. Durch verbesserte Standzeiten und den Wegfall aufwendiger Schmierstoffbehandlungen ergibt sich ein erhebliches Einsparpotenzial. Davon profitieren insbesondere Unternehmen der Umformtechnik, Werkzeughersteller sowie Beschichtungs- und Werkstoffspezialisten.

Ergebnisse & Anwendungsmöglichkeiten

Durch gezielte Randschichtbehandlungen wie Plasmanitrieren und Gasborieren konnte die Oberflächenhärte der eingesetzten Werkzeugwerkstoffe um das 4- bis 8-Fache gesteigert werden. In Tribometerversuchen wurden Reibwerte um bis zu 85 % reduziert und Anhaftungen deutlich verringert. Zudem wurde die Möglichkeit zum Diffusionslegieren hochtemperaturbeständiger Werkstoffe erfolgreich nachgewiesen. Die Oxidationsbeständigkeit wurde unter Vakuum und Luft untersucht – insbesondere nitrierte Cobalt-Basis-Werkstoffe zeigten unter oxidierenden Bedingungen sehr gute Eigenschaften. Hochgeschwindigkeitszugversuche und Simulationen unterstützten die Auslegung praxisnaher Umformversuche.

Projektinformation

IGF-Nr. 22645BG
Laufzeit: 01.10.2022
bis 30.06.2025
Fördersumme: 427.353 €

Forschungsvereinigung

Europäische
Forschungsgesellschaft
Dünne Schichten e.V.

Forschungseinrichtungen

Fraunhofer IWU

Fraunhofer IST

Beteiligung der Wirtschaft

18x Unternehmen
davon 13x KMU

vorhabenbezogene
Aufwendungen der
Wirtschaft: 75.000 €

EFDS Fachausschuss

Tribologische Systeme

Gefördert durch:

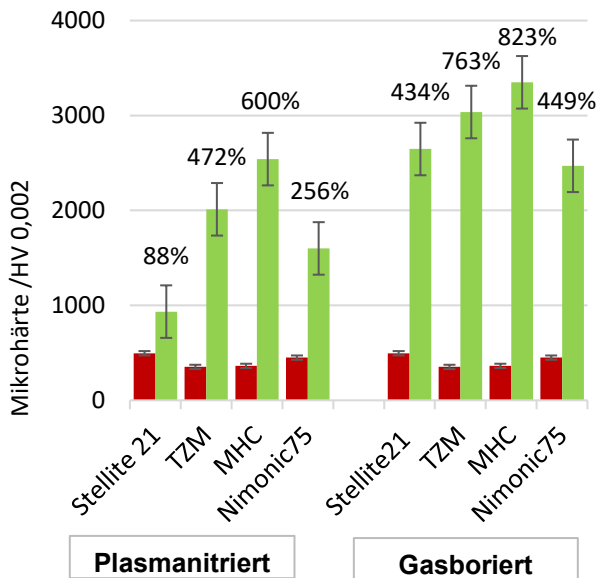


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

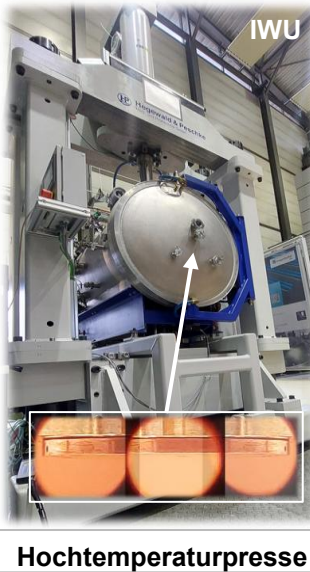
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Umformbarkeit von Ti(Al)-Legierungen konnte sowohl im Labormaßstab (bis 950 °C) als auch auf einer industriellen Versuchsanlage (bis 1250 °C) bestätigt werden. Die entwickelten Technologien ermöglichen neue Anwendungen in der Hochtemperaturumformung und bieten hohes Potenzial für den Einsatz in der Luftfahrt-, Energie- und Automobilindustrie.

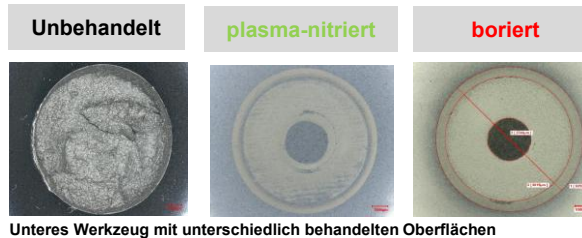
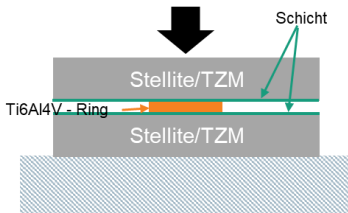
Oberflächenhärte mit prozentualer Steigerung



Umformung bei > 1000 °C



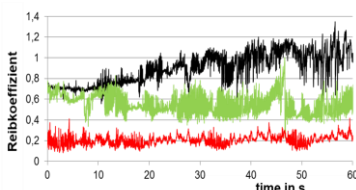
Ringstauchversuche bei 950°C



Unteres Werkzeug mit unterschiedlich behandelten Oberflächen

Reibpaarung: Werkzeugwerkstoff TZM vs. TiAl (Pin)

Reibkoeffizient gegen TiAl-Stift bei 950 °C



Verwertung

Die in diesem Projekt entstandenen Forschungsergebnisse wurden unter industrienahen Bedingungen validiert und dienen als Basis für weiterführende Forschungsprojekte im Bereich des Presshärten und der Neuentwicklung einer Plasmadiffusionsanlage für höhere Diffusionstiefen beim Nitrieren und Borieren.

Innovativer Beitrag

- Zur Neuentwicklung eines Hochtemperaturumformsystems
- Zur Standmengen-erhöhung von Hochtemperaturumformwerkzeugen
- Zur Weiterentwicklung eines Produktes und Wärmbehandlungsprozess kette
- Zur Weiterentwicklung der Verfahrens- und Anlagentechnik

Projektbegleitende Abschlussarbeiten

- Ein laufendes Promotionsvorhaben
- Eine abgeschlossene Bachelorarbeit
- Eine abgeschlossene Studienarbeit

Kontakt

**Europäische
Forschungsgesellschaft
Dünne Schichten e.V.**
Gostritzer Str. 63
01217 Dresden
E-Mail: info@efds.org
Tel.: 0351 8718370
Web: www.efds.org