

Ronny Steinert

Einfluss von Randschichtbehandlungen auf das Ermüdungs- und Verschleißverhalten der Titanlegierungen Ti-6Al-4V und Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo

Kurzzusammenfassung

Die geringe Verschleißbeständigkeit von Titanlegierungen erfordert beim Einsatz unter tribologischen Beanspruchungen die Verwendung von Verschleißschutzschichten, wodurch jedoch die hohe Ermüdungsfestigkeit von Titanlegierungen deutlich herabgesetzt wird. Zu diesem Zeitpunkt liegen nur wenige Erkenntnisse zu den Versagensursachen und zum Schadenmechanismus selbst vor.

Für ein besseres Verständnis des Schädigungsmechanismus und der Identifikation schädigungsrelevanter Einflussfaktoren ist die Hartstoffschicht Titannitrid mittels Magnetron-Sputtern und Gasnitrieren auf zwei $\alpha+\beta$ -Titanlegierungen abgeschieden und das Ermüdungsverhalten unter HCF-Belastung anhand von Umlaufbiegeversuchen charakterisiert worden. Die PVD-Beschichtung führt bei beiden Titanlegierungen zu einer Verringerung der Ermüdungsfestigkeit, wobei die geringere Duktilität von Ti-6246 gegenüber Ti-6Al-4V auch einen größeren Abfall der Dauerfestigkeit zur Folge hat. Neben der Mikrostruktur der PVD-Schicht und den damit verbundenen Schichteigenschaften ist der Eigenspannungszustand der PVD-Schicht als weiterer schädigungsrelevanter Einflussfaktor erkannt worden. Die Ermüdungsfestigkeit nitrierter Titanlegierungen wird dagegen maßgeblich vom verwendeten Nitriermedium bestimmt, welches insbesondere die Zähigkeit und damit die Spaltbruchfestigkeit der Nitrierschicht beeinflusst. Nach der Begrenzung des Wasserstoffanteils im Nitriermedium ist kein negativer Einfluss der Nitrierschicht auf die Ermüdungsfestigkeit beider Titanlegierungen festzustellen.

Die Verschleißbeständigkeit beider Titanlegierungen kann durch beide Schichten erhöht werden. Das Verschleißverhalten der Nitrier- und PVD-Schichten zeigt dabei eine signifikante Abhängigkeit vom Substratwerkstoff sowie von der auftretenden Flächenpressung.

Ronny Steinert

Influence of surface treatments on the fatigue and wear behavior of titanium alloys Ti-6Al-4V and Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo

Abstract

The application of titanium alloys under tribological conditions requires wear protective coatings because of the weak wear resistance of these materials. A big disadvantage of these coatings is a considerable decrease of the fatigue strength of the base material. The reason for this behavior and the damage mechanism aren't clearly explored up today.

For a better understanding of the damage mechanism and the identification of relevant key factors the well known hard coating titanium nitride was applied on the surface of two $\alpha+\beta$ -titanium alloys with physical vapor deposition and gas nitriding techniques. The fatigue behavior of the coated substrates was determined by fatigue tests under rotating beam condition. The PVD-coating lead to a significant decrease of the fatigue strength for both alloys whereas the decrease was more strongly for the Ti-6246 alloy because of its lower ductility compared with that for Ti-6Al-4V. As relevant key factors the microstructure of the coating and the residual stress state within the coating where indentified. The fatigue behavior of nitrided titanium alloys is strongly influenced by the process gas especially by the content of hydrogen which affects the toughness of the coating and hence its resistance against brittle fracture. After the limitation of the hydrogen content in the process gas no decrease in fatigue strength was determined.

The wear resistance of both titanium alloys can be increased by PVD-coating and gas nitriding. However the wear behavior of both coatings is strongly influenced by the substrate and the occurring contact forces.