



Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2006

Verschraubungstechniken für keramische
Werkstoffe

Leistungsbereich
Verschleißschutz, Technische Keramik

Dr. Andreas Kailer
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49(0)761/5142-247
andreas.kailer@iwf.fraunhofer.de



Verschraubungstechniken für keramische Werkstoffe

Aufgabenstellung

Keramische Schraubverbindungen helfen, die Verwendung von Zusatzstoffen (z.B. von Kleber) bei der Herstellung von Gesamtsystemen zu vermeiden und die positiven Eigenschaften von Keramik wie hohe Härte, Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Hochtemperatur- oder Säurebeständigkeit zu nutzen.

Vorgehensweise

Mit 2D Finite-Elemente-Simulation wurde eine Schraubverbindung rotationssymmetrisch simuliert. Zwischen Mutter und Schraubenkopf wurde eine Kraft F angelegt. Die dabei auftretenden Spannungen können, anders als in einem Metall-Keramik-Verbund, in einer reinen Keramik-Schraubverbindung nicht durch plastische Verformung abgebaut werden. Die Spannungsüberhöhung im Gewindegrund kann zu Rissbildung und zum Versagen der Verbindung führen. Durch die Variation verschiedener Gewindeparameter galt es, ein für Keramik geeignetes Gewinde zu entwickeln.

Es wurden verschiedene Gewindeformen simuliert und hinsichtlich der auftretenden maximalen Spannungen in Schraube und Mutter bei angenommenen Belastungen analysiert. Punktlasten beim Rundgewinde oder Kerbwirkungen durch die eckige Form des Trapezgewindes führen zu hohen Spannungen. Eine Alternative ist ein modifiziertes metrisches Gewinde, dessen parallele Kontaktflächen einen Linienkontakt und damit erheblich niedrigere Spannungen zur Folge haben (Abb. 1).

Dieses Gewinde wurde mit verschiedenen Flankenwinkeln ausgeführt. Die geringsten Spannungen werden bei einem Flankenwinkel von ca. 70° erreicht (Abb. 2).

Auch die richtige Werkstoffkombination hat erheblichen Einfluss auf die Spannungsverteilung im Gewinde. Beim Einsatz bei hohen Temperaturen und von unterschiedlichen Werkstoffen für Schraube und Mutter spielen vor allem die verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten eine entscheidende Rolle, ob sich eine Kombination als günstig oder ungünstig erweist.

Ergebnisse

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, Schraubverbindungen in reinen Keramikkomponenten zu realisieren, und dass eine zielgerichtete Auswahl der Gewindeparameter unter Berücksichtigung späterer Einsatzfälle die Lebensdauer bereits entscheidend beeinflussen kann. Die Fertigung von Keramikgewinden bleibt dennoch sehr aufwändig. An der Erprobung möglicher Herstell- und Bearbeitungsverfahren für die optimierten Gewinde arbeiten deshalb die Partnerinstitute IKTS und IPK mit.

Kirsten Rieger
kirsten.rieger@iw.fraunhofer.de

Leistungsbereich Verschleißschutz, Technische Keramik

Das Spektrum der Arbeiten reicht von der tribologischen Charakterisierung von Werkstoffen, Schichten und Schmiermitteln bis hin zur Modellierung und Erprobung des Einsatzverhaltens von tribologisch belasteten Bauteilen. Weitere Schwerpunkte sind die Charakterisierung und Optimierung von keramischen Werkstoffen und Komponenten.

Ansprechpartner
Dr. Andreas Kailer
andreas.kailer@iw.fraunhofer.de

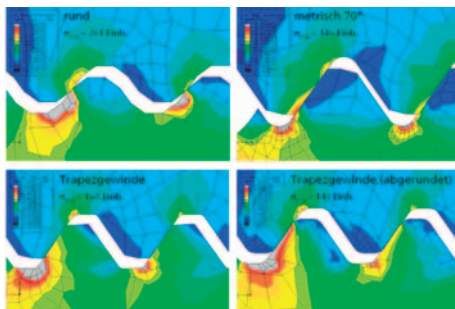


Abb. 1
Spannungsverteilung bei unterschiedlichen Gewindetypen (Schraubendurchmesser 10 mm).

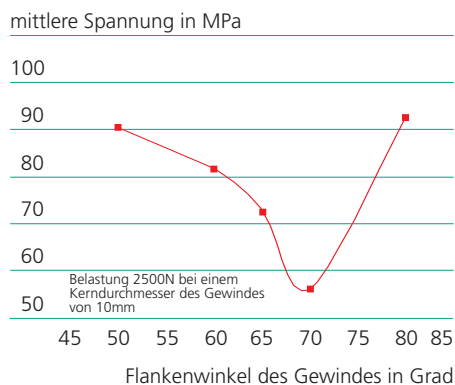


Abb. 2
Gemittelte Spannungen im Gewindegrund für verschiedene Flankenwinkel.