

Bruchzähigkeitsprüfung von Siliziumnitrid: Anwendung von Laserablation zur Kerbenherstellung

M. Munz, Ch. Krug, T. Lube

Lehrstuhl für Struktur- und Funktionskeramik, Department für Werkstoffwissenschaften,
Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, A-8700 Leoben, Österreich

Als wesentliches Qualifikationsmerkmal für keramische Werkstoffe wird häufig ein Mindestwert der Bruchzähigkeit gefordert. Zur Messung der Bruchzähigkeit von Keramiken existieren verschiedene Methoden, die auf dem Prinzip basieren, prismatische Biegeproben mit einem definierten Anfangsriss oder einer scharfen Kerbe zu brechen.

Auch bei Wälzkörpern (Kugeln oder Rollen) aus Siliziumnitrid ist ein Mindestwert der Bruchzähigkeit nachzuweisen. Diese Bauteile sind im Betrieb insbesondere durch Rissbildung und -wachstum an der Oberfläche gefährdet. Fertigungsbedingt können sie einen Gradienten in Gefüge und Eigenspannungen entlang der radialen Richtung aufweisen, was zu unterschiedlichen Eigenschaften an der Oberfläche und im Zentrum führt. Anwendungsrelevante Materialeigenschaften sollten daher bevorzugt an der Oberfläche gemessen werden. Hierfür existiert ein Verfahren, das die „Surface Crack in Flexure“-Methode mit dem „Notched-Ball“-Test kombiniert. Dieses Verfahren ist jedoch experimentell aufwendig und erfordert fraktographische Expertise.

In der vorliegenden Arbeit wird eine alternative Methode vorgestellt, um gezielt Startdefekte in die gekrümmte Oberfläche von Kugeln einzubringen. Mithilfe eines Femtosekundenlasers können scharfe Kerben mit beliebiger Geometrie präzise erzeugt werden. Zunächst wurde an prismatischen Proben eine Parameterstudie durchgeführt, um optimale Bedingungen für die Materialablation von Siliziumnitrid zu ermitteln. Die erzeugten Kerben sowie die Bruchflächen unterhalb der Kerben wurden mikroskopisch untersucht. Zwei Kerbgeometrien (durchgehende Oberflächenkerben und halb-elliptische Kerben) wurden eingesetzt, um die Bruchzähigkeit zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigten, dass die mit lasergekerbten Proben gemessenen Werte mit den Resultaten äquivalenter, standardisierter Methoden (SEVNB, SCF) übereinstimmen.