



BESTIMMUNG MECHANISCHER KENNWERTE BIS ZU HÖCHSTEN EINSATZTEMPERATUREN

Dipl.-Ing. Clemens Steinborn

Das Fraunhofer IKTS entwickelt keramische Werkstoffe für den Heißgasbereich von Gasturbinen. Durch die höhere Temperaturbeständigkeit der Keramiken wird ein deutlich höherer Wirkungsgrad erreicht. Für die Bewertung der Werkstoffe hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit werden Prüfmethode genutzt, mit denen die entscheidenden Kennwerte (Festigkeit, Oxidationsbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit) exakt bestimmt werden können, bei Raumtemperatur bis hin zu höchsten Einsatztemperaturen. Zur Bestimmung der mechanischen Werkstoffeigenschaften wurden im Rahmen mehrerer Entwicklungsprojekte Versuche unter Biege- und Druckbeanspruchung durchgeführt. Die Bewertung der Rissempfindlichkeit der Werkstoffe erfolgte über Bruchzähigkeitsmessungen an Probekörpern mit vorab eingebrachten Defekten definierter Geometrie. Für die Versuche stehen Prüfmaschinen, ausgestattet mit Ofentechnik für Messungen an Luft bis 1600 °C oder für oxidationsempfindliche Materialien im Vakuum bis 1400 °C, zur Verfügung. Eine in-situ Messung der Probenverformung über keramische Biegetaster ermöglicht die Bestimmung des für die Bauteilbelastung benötigten E-Moduls bis zu hohen Temperaturen. Über Biegeversuche mit konstanter Spannung kann die Kriechbeständigkeit bewertet werden. Nach der Prüfung ist eine mechanistische Betrachtung der Werkstoffe in Hinblick auf Bruchverhalten, Ermüdung und Kriechen unumgänglich, um die Dauerfestigkeit beurteilen zu können und das Werkstoffgefüge an die gestellten Anforderungen anzupassen. Um die Belastbarkeit der gewonnenen Festigkeitsdaten sicherzustellen, ist bei Werkstoffen mit statistischen Versagensverhalten die Prüfung von 30 Probekörpern und die Berechnung des Weibullmoduls erforderlich. Für einige Anwendungen wie Zerspanungswerkzeuge oder Spezialdichtungen in Kraftwerksarmaturen bestimmen Härte und

Verschleißwiderstand die Lebensdauer maßgeblich. Die Raumtemperaturhärte kann relativ einfach bestimmt werden, ist aber bei höheren Temperaturen, durch Reibung oder direkten Kontakt mit heißen Medien für die Bewertung des Verschleißwiderstands unzureichend. Mit dem Aufbau einer Warmhärteprüfanlage für die Messung der Vickershärte bis 1500 °C (Hochvakuum) konnte diese Lücke geschlossen werden. Damit können gezielt Werkstoffe für Verschleißbeanspruchung bei erhöhten Temperaturen entwickelt werden. Der große Messbereich bis hin zu kleinen Prüflasten (HV0,2 bis HV30) ermöglicht lokale Messungen, z. B. Härteverläufe an gradierten Werkstoffen oder Verschleißschutzschichten. Die Flexibilität in der Temperaturführung in Kombination mit der Härtemessung kann zur Optimierung von Wärmebehandlungsprozessen genutzt werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Messung von Festigkeit, Bruchzähigkeit und E-Modul im Temperaturbereich 20 bis 1600 °C
- Messung der Vickershärte von 20 bis 1500 °C
- Kundenspezifische mechanische Prüflösungen

1 Ofen mit Biegebänk für 4-Punkt-Biegeprüfung – Werkstoffe unterschiedlicher Kriechbeständigkeit nach Kriechversuch.

2 Vergleich Warmhärtekurven von Si₃N₄-Werkstoffen unterschiedlicher Korngröße.