Fraunhofer
ADVANCER

FRAUNHOFER-ALLIANZ ADVANCER

advancer®
NEWSLETTER 1/2013

Der Begriff AdvanCer beinhaltet Vorwärtsorientierung, Fortschritt und Gewinn. Keramikhersteller und -anwender finden in dem Namen darüber hinaus ihren Hochleistungswerkstoff »Advanced Ceramics« wieder – den Werkstoff, der uns viele Zukunftschancen bietet. AdvanCer möchte Ihnen innovative Anwendungen von Hochleistungskeramik vorstellen: Systemlösungen mit »Ceramics inside« von heute und morgen.

INHALT

Seite 1/2
Keramikgerechte Belastung von Bauteilen

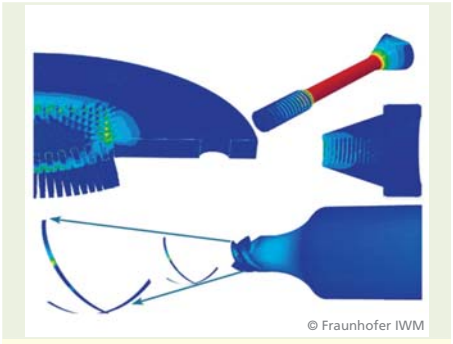
Seite 3
Erfolgsstories zur Hochleistungskeramik

Seite 4
Highlights Fraunhofer AdvanCer auf InnoMateria 2013

KERAMIKGERECHTE BELASTUNG VON BAUTEILEN

Dank der neusten Entwicklungen im Bereich der Werkstoff- und Bauteilsimulation ist es inzwischen möglich, auch komplexe Bauteile aus Keramik hinsichtlich ihres Einsatzverhaltens zu bewerten bzw. gezielt zu optimieren. Bisher konnten hier die Risiken nur schwer kalkuliert werden.

Denkbar ist der Keramikeinsatz für tribologisch beanspruchte Komponenten wie Fräser, Zahnräder, Extrusionsmundstücke und keramische Verschraubungen (Abbildung rechts). Hier können neue Anwendungsbereiche für Hochleistungskeramiken erschlossen werden, wenn die Zuverlässigkeit und somit die Einsatzsicherheit ausreichend hoch ist. Grundvoraussetzung für eine Bauteilsimulation, die das Einsatzverhalten hinreichend genau einschätzen soll, ist die Kenntnis der Werkstoffeigenschaften und deren mögliche Veränderung während der Herstellung und auch später im Einsatz. Als notwendige Vorarbeit wurden dazu die experimentellen Methoden für die Charakterisierung der lokalen Spannungen und Tragfähigkeiten so verfeinert, dass mit ihnen bei einer Auflösung von 5 µm Eigen- und Lastspannungen sowie Phasenanteile bestimmt werden können. Diese Verfahren



Belastungssimulation keramischer Bauteile mittels Finite-Elemente-Methode: Extrusionsmundstück (links oben), Dehnschraube und Mutter (rechts oben), Vielschneider-Umfangsfräser (unten).

ermöglichen gekoppelt mit einer kontinuierlichen Detektion der Verschleißrate im Laborversuch eine neuartige Bewertung des Einsatzverhaltens der mechanisch und tribologisch beanspruchten keramischen Bauteile.

Fortsetzung Seite 2

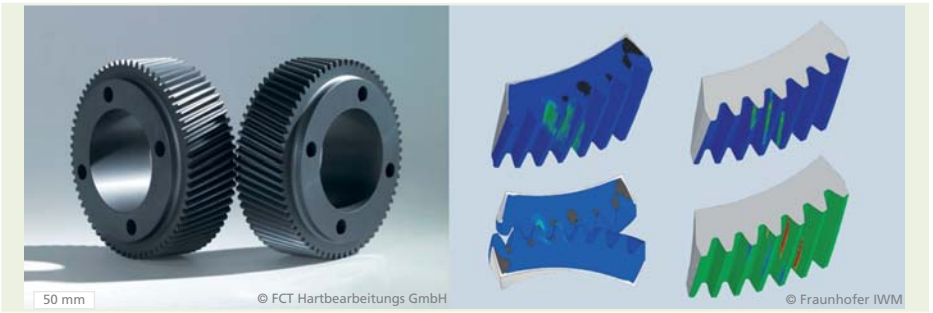
FORTSETZUNG ÜBERSICHTSBEITRAG

Keramische Antriebszahnräder

Bei keramischen Antriebszahnrädern muss eine gleichmäßige Momentenübertragung durch das möglichst flüssig ablaufende Eingreifen der Zähne ineinander gelingen. Gemeinsam mit der FCT Hartbearbeitungs GmbH und der Westsächsischen Hochschule Zwickau und gefördert durch das BMWi für zentrale Innovationen des Mittelstandes wurden die zuvor über Finite-Elemente-Simulation iterativ optimierten Geometrien hergestellt und bewertet. Für eine SSiC-Keramik wurde durch die geometrische (keramikgerechte) Optimierung die zu erwartende Zugspannung an den kritischen Stellen, insbesondere im Zahnfußbereich, so weit reduziert, dass die für die Drehmomentübertragung notwendige hohe Zahnfußfestigkeit nach der Endbearbeitung erreicht werden konnte.

Neben der Biegebelastung an den Zähnen ist auch deren Verschleiß zu berücksichtigen, da dieser im Bereich der Zahnflanken zu einer geometrischen Veränderung führt, die sich wiederum auf die gesamte Belastungssituation auswirkt. Der Verschleiß entsteht an den keramischen Zahnrädern im mechanischen Wälzkontakt zwischen den Zahnflanken. Wichtigste Einflussfaktoren sind die dabei entstehenden Kontaktdrücke und Gleitwege. Mit tribologischen Modellversuchen wie dem Wälzkontakt-Ermüdungsversuch ist es möglich, den Verschleiß im Wälzkontakt in Abhängigkeit von den kontaktmechanischen Belastungen zu bestimmen. Als kontaktmechanische Belastung wird die Wirkung des Kontaktdrucks und des Schlupfs in Form von Verschleißgesetzen in die numerische Simulation implementiert. Darüber hinaus können mit solchen Versuchen mechanische Grenzbelastungen ermittelt werden, oberhalb derer sich kritische Kontaktschädigungen wie Grübchen oder Risse bilden. Wegen der hohen Korrosionsbeständigkeit von SSiC in wässrigen Medien wurde dieser Werkstoff für die Zahnräder einer mediengeschmierten Mehrphasenpumpe der Bornemann Pumps GmbH gewählt. Die von der FCT Hartbearbeitungs GmbH gefertigten Zahnräder werden zurzeit bei Bornemann erprobt.

Eingeglättete Verschleißspur eines Wälzkontakts mit wassergeschmierter SSiC-Selbstpaarung.



Antriebszahnräder einer Mehrphasenpumpe (Öl-Wasser-Sand-Gas) aus SSiC für den Einsatz offshore und subsea (links) und FEM-Berechnung der Hauptspannung (Mitte) sowie der Pressung (rechts oben) und des Gleitwegs (rechts unten).

Keramische Verschraubung

Die keramische Verschraubung stellt besonders hohe Anforderungen an die Auslegung. Die ungünstige Kerbwirkung des Gewindes und die hohen Reibwerte sind für die Keramik viel kritischer als für Stahl. Aufgrund hoher Reibwerte werden beim Verschrauben durch Torsion ähnlich hohe Belastungen erzeugt wie über die reine Zugbelastung. Anders als für Stahl erreicht ein Grobgewinde im Vergleich mit einem Feingewinde bei gleichem Anzugsmoment die höhere Vorspannung. Die Wechselwirkung von Dehnungsbehinderung und Torsion wird mit der Finite-Elemente-Simulation über eine Verschraubungssimulation berechnet. Für die Gestaltung des Gewindegrunds der höher belasteten Schraube hat sich nicht die Ausformung des Kerbradius, sondern die Verkürzung dieser Kerbe in einer spezifischen Trapezform als vorteilhaft herausgestellt. Um auch die Aspekte der Herstellung und Bearbeitung abzudecken, wird dieses Projekt in Kooperation mit dem Fraunhofer IKTS und dem IWF der TU Berlin über eine Förderung der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen durchgeführt.

Keramische Vollschaftfräser

Moderne Vielschneider-, Umfangs- und Schruppfräser aus SiAlON-Keramik wurden in einem INNONET-Forschungsprojekt in Kooperation mit Industriepartnern, dem Fraunhofer IPK, dem IWF der TU Berlin sowie dem IfWW der TU Dresden für die Bearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstückwerkstoffen entwickelt. Sie ermöglichen ein im Vergleich zu Hartmetallfräsern 8-faches Zeitspanvolumen. Schwerpunkte des Fraunhofer IWM waren hierbei die Bewertung der Eingriffsbelastung und die Reduktion der Zerspanungsdegradation der Schneidkante. Die geeignete Geometrie ermöglicht eine homogene Kraftübertragung von Schneide zu Schneide über möglichst viele Schneiden und angepasste Drallwinkel und Nuttiefen.

Ausblick

Degradationsprozesse beeinträchtigen die Zuverlässigkeit von Keramikkomponenten beträchtlich. Um diese zu beschreiben, wird derzeit im Rahmen eines EU-Projekts (www.rolicer.eu) angestrebt, die FE-Simulation mit atomistischer und mesoskaliger Simulation sowie den Methoden der Bruchmechanik zu koppeln.

KONTAKT

Dr. Andreas Kailer
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
andreas.kailer@iwm.fraunhofer.de

ERFOLGSSTORIES

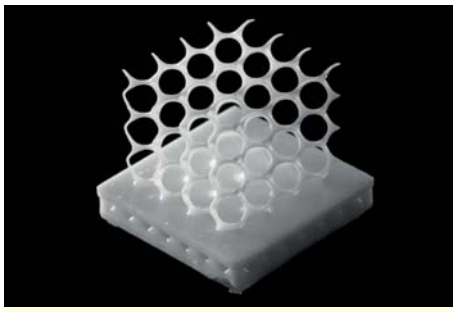
PRÄZISE UND DICHTE KERAMIKBAUTEILE DURCH GENERATIVE FERTIGUNG

Generative Fertigungstechniken haben sich bereits in der kunststoff- und metallverarbeitenden Industrie als leistungsfähige Ergänzung zu den konventionellen Herstellungsmethoden etabliert. In der keramischen Industrie hat diese Technologie jedoch noch kaum Fuß gefasst, da die erzielbaren Materialqualitäten bislang nicht den hohen Ansprüchen dieser Sparte gerecht werden konnten. Vor allem hinsichtlich der Dichte und Festigkeit der generativ gefertigten Keramiken konnten die Resultate konventionell gefertigter keramischer Produkte nicht erreicht werden.

Die Lithoz GmbH bietet nun mit dem Lithography-Based Ceramic Manufacturing (LCM) erstmals ein generatives Fertigungsverfahren an, mit dem es möglich ist, keramische Bauteile mit ähnlicher Qualität und gleichen Materialeigenschaften wie mit konventionellen Techniken herzustellen. Das LCM-Verfahren ist ein Schlicker-basierender Prozess, welcher an der Technischen Universität Wien entwickelt wurde. Der Schlicker, eine

Johannes Patzer (links) und Johannes Homa (rechts), Gründer der Lithoz GmbH.

mit Licht polymerisierbare und mit keramischem Pulver gefüllte Monomerformulierung, wird durch Bestrahlung schichtweise ausgehärtet, wodurch Schicht für Schicht das gewünschte Objekt entsteht. Unter Verwendung des von Lithoz zur Marktreife entwickelten CeraFab 7500-Systems, das auf dem LCM-Verfahren basiert, werden für das Standardmaterial LithaLox HP 500, ein hochreines Aluminiumoxid, Dichten von größer als 3,96 g/cm³ (99,4 % T. D.) und eine 4-Punkt-Biegefestigkeit von 430 MPa mit einem Weibullmodul von 11 erreicht.



Komplexe zellulare Struktur aus Aluminiumoxid mit einer Stegdicke von 200 µm gefertigt mit dem CeraFab 7500.

Aufgrund dieser hervorragenden mechanischen Eigenschaften können die auf diesem Weg erzeugten Bauteile ohne Einschränkungen eingesetzt werden. Neben der kostengünstigen Produktion von Prototypen und Kleinserien innerhalb kürzester Zeit ermöglicht die LCM-Technologie zusätzlich die Realisierung hochkomplexer Geometrien, die mit konventionellen Fertigungstechnologien nicht herstellbar wären. Lithoz beschäftigt derzeit sechs Mitarbeiter aus den unterschiedlichen Fachbereichen und deckt damit die gesamte Prozesskette vom CAD-File bis zum gesinterten keramischen Bauteil direkt im Unternehmen ab.

KUNSTSTOFFFRÄSEN MIT VOLLKERAMISCHEN SCHNEIDWERKZEUGEN

Die Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH aus Bobingen hat mittlerweile in Europa einen Spitzenplatz in der spanenden Bearbeitung von neuen, nichtmetallischen Werkstoffen erreicht. Durch die frühzeitige Konzentration auf die Bearbeitung von Kunststoffen, Glasfaserwerkstoffen und Carbonfasern verfügt das Unternehmen nun über mehr als 25 Jahre Erfahrung in diesem Bereich. Hufschmied ist ein Spezialanbieter, der sich der fortschreitenden Entwicklung neuer Materialien anpasst und die für deren präzise Bearbeitung notwendigen Werkzeuge bereitstellt. Das Produktportfolio umfasst High-Performance-Tools für den Werkzeug- und Formenbau sowie eine breite und tiefe Produktpalette an Spezialwerkzeugen für die Kunststoffbearbeitung. Geschäftsführer Ralph R. Hufschmied sagt: »Wir betrachten uns nicht als reinen Produktverkäufer, sondern als Partner, der Kunden von der Vorserie bis hin zum fertigen Produkt mit fundierter Anwendungsberatung begleitet.« Hufschmied Spezialwerkzeuge kommen in allen Branchen zum Einsatz, die neue Werkstoffe in der Serienfertigung ver- und bearbeiten. Führende Hersteller der Automobilindustrie, aus der Luft- und Raumfahrt und der Medizintechnik setzen auf das Know-how aus Bobingen. Jüngstes Beispiel für dessen kontinuierliche Weiterentwicklung sind die neuen Vollkeramikschneidwerkzeuge auf Zirkonoxidbasis. Ihre Konstruktion ist für die Volumenzerspanung von Kunststoffen optimiert. Der Keramikwerkstoff ist extrem

Ralph R. Hufschmied, Geschäftsführer bei Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH.

leicht, die Werkzeuge erreichen ohne Belastung der Spindellager höchste Drehzahlwerte. Durch eine neue Spangeometrie sind sehr hohe Vorschubwerte möglich. Bei labil gespannten Werkstücken lassen sich durch maximale Drehzahlen und hohe Vorschübe pro Zahn sehr gute Bearbeitungsergebnisse erzielen. Der Keramikwerkstoff erwärmt sich auch bei solchen extremen Schneidprozessen nicht. Die entstehende Wärme wird vollständig über den Span abgeführt, was Aufschmierungen des Werkstoffs zuverlässig verhindert.

Vollkeramikschneidwerkzeuge auf Zirkonoxidbasis.

Foto: Koelnmesse

Foto: Koelnmesse

TERMINE

AdvanCer-Schulung »Keramische Hochleistungswerkstoffe«

- Teil 2: Bearbeitung
  14./15. Mai 2013 in Berlin
- Teil 3: Konstruktion, Prüfung
  14./15. November 2013 in Freiburg
- Teil 1: Werkstoffe, Verfahren
  5./6. März 2014, Dresden

Seminare und Veranstaltungen des Fraunhofer IKTS

- Workshop: Nano- and membrane-based systems for water treatment
  17./18. April 2013
- Symposium: Thermoelektrik – Vom Werkstoff zum System
  17./18. April 2013
- ISPA 2013 – International Symposium on Piezocomposite Applications
  19./20. September 2013

Nähere Informationen finden Sie unter **www.advancer.fraunhofer.de**

NEWS

NEUE PUBLIKATION FÜR KOMPONENTEN AUS TECHNISCHER KERAMIK

Im Göller-Verlag aus Baden-Baden erscheint ab März 2013 die neue Fachzeitschrift »Ceramic Applications«, die zweimal jährlich über keramische Komponenten, ihre Technologien und Anwendungen berichten wird. Mit einer Auflage von 11 000 Exemplaren und einer Online-Ausgabe möchte der Verlag eine internationale Plattform für technische und marktrelevante Informationen zu den Themen Design und Einsatz von Keramikkomponenten in den verschiedensten Branchen schaffen.
Jede Ausgabe widmet sich einem zentralen Thema und wird durch Best-Practice-Berichte, Anwenderfeedbacks, Marktanalysen, Fachartikel und Lieferantenverzeichnisse sowie Neuigkeiten über Unternehmen, Produkte und Veranstaltungen ergänzt. Die erste Ausgabe informiert über wirtschaftliche und nachhaltige Produkte in der Energie- und Umwelttechnik.
»Ceramic Appliations« richtet sich an innovative Ingenieure und Wissenschaftler, die im Bereich Produktdesign, -entwicklung und -management sowie technischer Einkauf oder Marketing arbeiten.
Das Redaktionsteam wird von einem Netzwerk aus Industrieverbänden und Instituten unterstützt, die auf dem Gebiet der Werkstoffwissenschaften und Verfahrenstechnik angewandte Forschung betreiben.

INNOMATERIA - EXPERTENTREFF DER INNOVATIVEN WERKSTOFFBRANCHE

Am 14. und 15. Mai 2013 findet zum dritten Mal die InnoMateria, die interdisziplinäre Kongressmesse für die Werkstoff- und Materialbranche in Köln statt. Mit dem neuen Schwerpunkt »Interieur und Design« ergänzt die InnoMateria ihre etablierten Themen Leichtbau, Mobilität und Energie. Die Messe bündelt die drei Bereiche Fachkongress, Ausstellung und Call for Projects in einer Veranstaltung und hat sich damit als die fachübergreifende Kommunikationsplattform für innovative Werkstoffe etabliert. Dabei führt sie alle Akteure von der Werkstoffforschung über die Werkstofftechnik bis zur Werkstoffanwendung zu einem interdisziplinären Austausch zusammen.
Unter der Überschrift »Interieur und Design mit keramischen Komponenten als Schlüsselkomponenten« beteiligt sich Fraunhofer AdvanCer am Innovationsforum. Hier präsentiert die Allianz die Technische Keramik im neuen, unerwarteten Umfeld von Designerhandy, Automobiltechnik, Lichttechnik oder funktionalisierten Möbeln. Es werden sowohl Strukturkeramiken mit ihrer besonderen haptischen Wirkung als auch Funktionskeramiken für intelligente Möbel vorgestellt. Im Kontext der wissenschaftlichen Diskussion und Anwendung werden im Innovationsforum neueste Entwicklungen von der transparenten Keramik bis zur großserienerprobten Spritzgießtechnologie präsentiert.

IMPRESSUM

Herausgeber: Fraunhofer-Allianz AdvanCer
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7504
advancer@ikts.fraunhofer.de
www.advancer.fraunhofer.de

Redaktion: Susanne Freund, Andrea Gaal

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung der Fraunhofer-Allianz AdvanCer. Bildnachweis auf Anfrage.