

Versiegelung keramischer Faserverbundwerkstoffe mittels Lasertechnologie

Dr. Willy Kunz, Dr. Mykola Vinnichenko, Dr. Viktor Sauchuk, Dr. Sindy Mosch

Oxidische Faserverbundkeramiken (OCMC: Oxide Ceramic Matrix Composites) sind Materialien mit exzellenter Hochtemperaturstabilität bis ca. 1200 °C und schadenstolerantem Verhalten. Sie sind zudem chemisch hoch beständig in vielen Medien und haben eine geringe Dichte. Deshalb eignen sich OCMC-Materialien sehr gut für anspruchsvolle Anwendungen in der Verbrennungstechnik (Gasturbinen, Triebwerke, Brenner), der Wärmebehandlung von Stahl (Chargiergestelle, Körbe) sowie in der chemischen Industrie (Reaktoren, Wärmetauscher, Wirbler).

Poren als Showstopper für viele Anwendungen

Damit das Material seine schadenstoleranten Eigenschaften erhält, muss es porös sein. Hierdurch können jedoch Flüssigkeiten und Gase in den Werkstoff ein- oder durch ihn hindurchdringen. Zudem machen die Poren den Werkstoff anfällig für Verschleiß.

Warum nicht einfach beschichten?

Gängige Beschichtungsverfahren, wie z. B. das Plasmaspritzen, ermöglichen ein Versiegeln von OCMC. Bei mechanischer Belastung oder Theroschock neigen solche Schichten jedoch zur Rissbildung oder zum Abplatzen. Die Lebensdauer des Bauteils ist dadurch stark begrenzt.

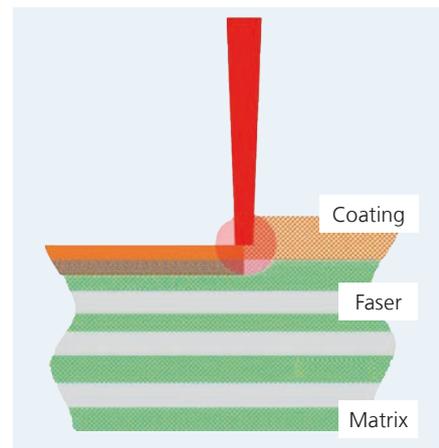
Schichthaftung durch Laserstrahlung

Um die Haltbarkeit der Versiegelung zu verbessern, entwickelt das Fraunhofer IKTS aktuell ein neues Beschichtungsverfahren: Mittels Laserstrahlung wird ein auf die Oberfläche aufgebrachtes keramisches Pulver aufgeschmolzen und die Oberfläche des OCMC

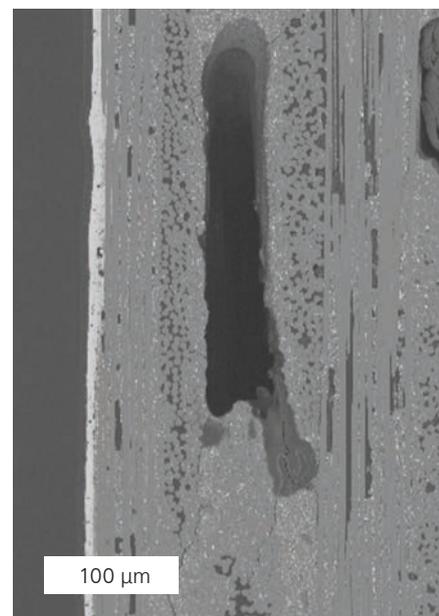
infiltriert. Das Beschichtungsmaterial liegt damit nicht nur auf der Oberfläche auf, sondern verbindet sich mit dem Grundmaterial. Die Haftung der Beschichtung wird dadurch deutlich verbessert und der Werkstoff versiegelt. Das neue Verfahren nutzt ein physikalisches Prinzip, mit dem die hochtemperaturbeständigen Beschichtungsmaterialien lokal erhitzt und aufgeschmolzen werden können, ohne das Bauteil selbst zu überhitzen. Als kosteneffiziente Laserquelle dient ein mikrooptisch optimiertes Diodenlaser-Array, das einen linienförmig fokussierten Strahl liefert (Focuslight/LIMO GmbH). Es ermöglicht eine schnelle Bearbeitung größerer Flächen und gewährleistet eine höhere Energieeffizienz im Vergleich zu herkömmlichen Lasern mit punktförmig fokussiertem Strahl. Parallel beschäftigt sich das IKTS mit der Quantifizierung der Bauteileigenschaften derart versiegelter OCMC (Dichtheit, Festigkeit, etc.).

Leistungs- und Kooperationsangebot

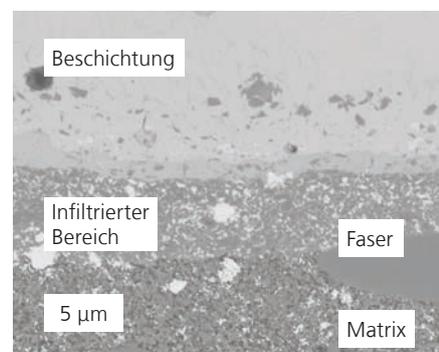
- Oberflächenversiegelung: Flüssigkeiten und Gase dringen nicht mehr in das Material ein. Druckunterschiede können ohne Stofftransport durch das Material bestehen.
- Anpassung des Schichtsystems je nach Anwendung: Korrosion oder Abrasion? Die Wahl des geeigneten Beschichtungsmaterials ist entscheidend.
- Messung und Bewertung von Materialeigenschaften: Untersuchungen zu thermischer und korrosiver Beständigkeit sowie zu mechanischen und Gefüge-Eigenschaften



Verfahrensschema; Laser erwärmt ausschließlich das aufgebrachte Schichtmaterial.



Homogene Beschichtung (heller Bereich links).



Gefüge nach Beschichtung, OCMC durch Beschichtungsmaterial infiltriert.