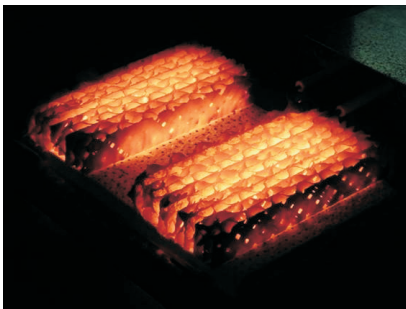
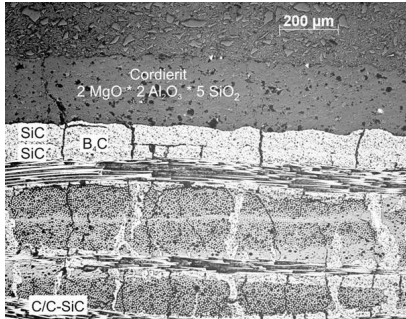




SiC-Verbundkeramiken für Höchsttemperaturanwendungen in der Energietechnik



Hochporöse Porenbrennerstrukturen aus SiSiC auf dem Prüfstand (1400 °C, Luft)



Multilayer-Beschichtung auf C/C-SiC, bestehend aus BoraSiC-Cordierit



C/C-SiC Rohre (l = 200 - 800 mm) mit Korrosionsschutzschicht aus Cordierit

Anforderungen an Keramikwerkstoffe

Auf Grund ihres Kriechverhaltens und der damit verbundenen Versprödung ist der Einsatz von Metallen und Legierungen bei hohen Einsatztemperaturen begrenzt. Keramische Verbundwerkstoffe mit Faserverstärkung stellen eine viel versprechende Alternative im Hochtemperaturbereich dar. Werkstoffe für energietechnische Anwendungen müssen unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden. Neben der Hochtemperaturbeständigkeit von 1200-1400 °C ist eine hohe Thermoschockbeständigkeit der eingesetzten Komponenten erforderlich. Die Schadens-toleranz kann durch den Einsatz von nicht-oxidischen Fasern gewährleistet werden. Um eine Langzeitstabilität bis 100.000 Stunden im Dauerbetrieb, teilweise unter zyklischer Belastung, zu gewährleisten, müssen die Oberflächen mit zusätzlichen Schutzschichten versehen werden.

Werkstoff- und Beschichtungssysteme

Je nach Einsatzgebiet sind hochporöse oder gasdichte Keramiken erforderlich. Hochporöse SiC-Keramiken werden für Porenbrenner oder Absorberstrukturen eingesetzt und weisen offene Porositäten bis 90 Vol.-% auf. Für Gasturbinenbauteile und Wärmeübertrager sind hingegen gas- und flüssigkeitsdichte Keramiken erforderlich. Durch den Einsatz von SiC- oder neuartiger SiBNC-Fasern können die Hochtemperatur- und die Langzeitstabilität der Verbundkeramiken noch gesteigert werden. Durch Beschichtungen können die Bauteiloberflächen vor korrosiv wirkenden Gasen und Schlacken geschützt werden. In der Praxis haben sich Oxidations-schutzschichten (sog. Multilayer) auf der Basis von Carbiden in Kombination mit korrosionsfesten Schichten aus Cordierit oder Yttriumsilikat bewährt.

Verfahrenstechnik und Bauweisen

Grundlage für die Fertigung der SiC-Verbundkeramiken ist das LSI-Verfahren. Mittels kapillarer Silicium-Schmelzphaseninfiltration lassen sich große Keramikbauteile mit Abmessungen bis ca. 900 mm herstellen. Die hierzu notwendigen Faserpreformen können gewickelt oder als ebene Platten gepresst werden. Geometrisch einfache Strukturen sind in integrierter, komplexer und großer Bauweise herstellbar. Zum Aufbau hochkomplexer 3D Strukturen aus Einzelelementen kann hierbei in vorteilhafter Weise die in-situ Fügetechnik eingesetzt werden, um stoff- und formschlüssige Verbindungen zu realisieren. Beispielsweise können mikrostrukturierte Einzelplatten für Wärmeübertrager durch stoff- und formschlüssige Fügen zu einem Plattenstack verbunden werden.

Einsatzmöglichkeiten

- Flammrohre oder Brennkammerauskleidungen für Gasturbinen
- Porenbrenner: Oberflächenstrahlungsbrenner in kompakter Plattenbauweise oder statische Mischer basierend auf Einzellamellen für industrielle Trocknungsprozesse
- HT-Wärmeübertrager (WÜ): Platten-WÜ oder Rohrbündel-WÜ für die Kraftwerkstechnik, industrielle Wärmerückgewinnungsprozesse sowie thermochemische Kreisprozesse
- Absorberstrukturen für die Strahlungsabsorption in Solarturmkraftwerken