

- 1 Glühender ZrC-Heizstab.
- 2 Heizleistung als Funktion der Temperatur: Materialvergleich.
- 3 ZrC-Heizstäbe
- 4 ZrC-Heizstab im Teststand.
- 5 Betriebsparameter eines ZrC-Heizstabs bei einem 100 h Einsatz bei $T > 2000$ °C.
- 6 ZrC-Heizstäbe mit Kupferanschlüssen.

ZRC-HEIZSTÄBE

Motivation

ZrC-Keramik kam bisher in der Industrie wenig zum Einsatz, obwohl die Materialeigenschaften sehr vielversprechend für Anwendungen im Hochtemperaturbereich sind. Zirconcarbide (ZrC) zeichnet sich wie Wolfram (W) durch die Kombination von hoher thermischer Stabilität (> 2000 °C), niedrigem Dampfdruck ($< 10^{-4}$ mbar) bis $T > 2000$ °C und einer sehr guten elektrischen Leitfähigkeit aus. Solche Werkstoffe sind hervorragend zum Einsatz in Anlagen für Hochtemperaturprozesse, insbesondere unter Vakuumbedingungen geeignet. Als Heizelemente oder Brennhilfsmittel verarbeitet, hat ZrC das Potenzial Wolfram oder Molybdän für bestimmte Anwendungen zu ersetzen.

Heizelementdaten bei 2000 °C

Leistung	> 2000 W
Stromdichte	14–22 A·mm ⁻²
Oberflächenbelastung	60–180 W·cm ⁻²

Materialkennwerte

σ_{bB} / RT	350–450	MPa
σ_{bB} / 1400 °C	150–230	MPa
Bruchzähigkeit	4	MPa·m ^{1/2}
E-Modul / RT	410	GPa
ρ / RT	$1,0 \cdot 10^{-3}$	Ωcm
ρ / 2000 °C	$2,1 \cdot 10^{-3}$	Ωcm
λ / RT	31	W·(mK) ⁻¹
λ / 2000 °C	38	W·(mK) ⁻¹
α / RT	5,4	$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
α / 2000 °C	7,1	$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$

Leistungsangebot

- Herstellung von ZrC-Heizstäben
- Herstellung von Brennhilfsmitteln und Bauteilen aus ZrC
- Charakterisierung von Heizstäben hinsichtlich des elektrischen Verhaltens

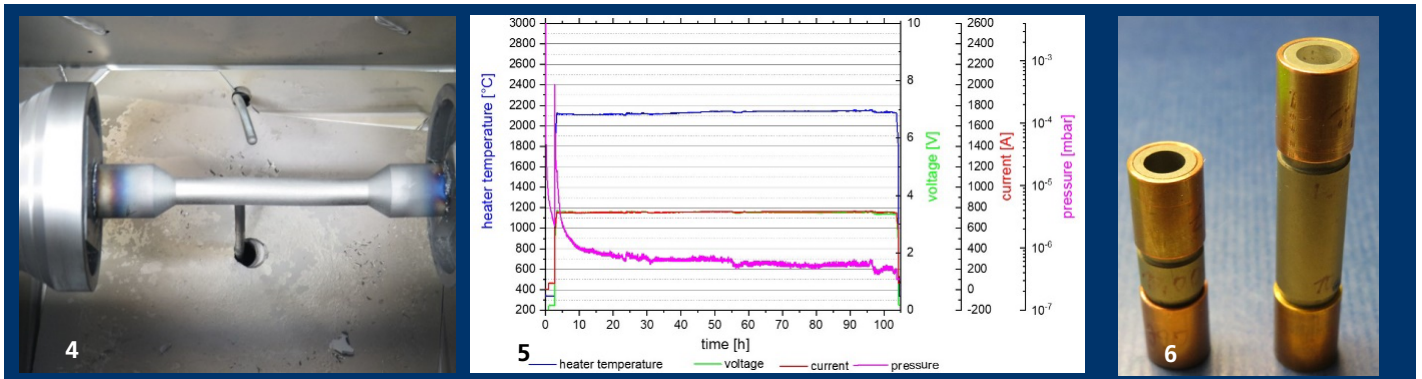
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Ansprechpartner

Katrin Schönfeld
Telefon 0351 2553-7531
katrin.schoenfeld@ikts.fraunhofer.de

www.ikts.fraunhofer.de



- 1 *Glowing ZrC heating rod.*
- 2 *Heating output as a function of temperature: material comparison.*
- 3 *ZrC heating elements.*
- 4 *ZrC heating rod in the test stand.*
- 5 *Operating parameters of a ZrC heating rod for 100 h use at $T > 2000$ °C.*
- 6 *ZrC heating rods with copper connections.*

ZRC HEATING RODS

Motivation

ZrC ceramics is rarely used in industry. However, the material properties are very promising for applications in the high-temperature range. Zirconium carbide (ZrC) is, similarly to tungsten (W), characterized by the combination of high thermal stability (> 2000 °C), low vapor pressure ($< 10^{-4}$ mbar) up to $T > 2000$ °C and very good electrical conductivity. ZrC materials are ideally suited for usage in systems for high-temperature processes, especially under vacuum conditions. Processed as heating elements or kiln furniture, ZrC certainly has the potential to substitute tungsten or molybdenum for specific applications.

Heating element data at 2000 °C

power	> 2000 W
current density	14–22 A·mm ⁻²
surface load	60–180 W·cm ⁻²

Material characteristics

σ_{BB} / RT	350–450	MPa
σ_{BB} / 1400 °C	150–230	MPa
Fracture toughness	4	MPa·m ^{1/2}
E-modulus / RT	410	GPa
ρ / RT	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Ωcm
ρ / 2000 °C	$2.1 \cdot 10^{-3}$	Ωcm
λ / RT	31	W·(mK) ⁻¹
λ / 2000 °C	38	W·(mK) ⁻¹
α / RT	5.4	$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
α / 2000 °C	7.1	$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$

Services

- Production of ZrC heating rods
- Manufacture of kiln furniture and components made of ZrC
- Characterization of heating elements regarding the electrical performance

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS

Winterbergstrasse 28
01277 Dresden
Germany

Contact

Katrin Schönfeld
Phone +49 351 2553-7531
katrin.schoenfeld@ikts.fraunhofer.de

www.ikts.fraunhofer.de