

MATERIAL- UND PROZESSANALYSE

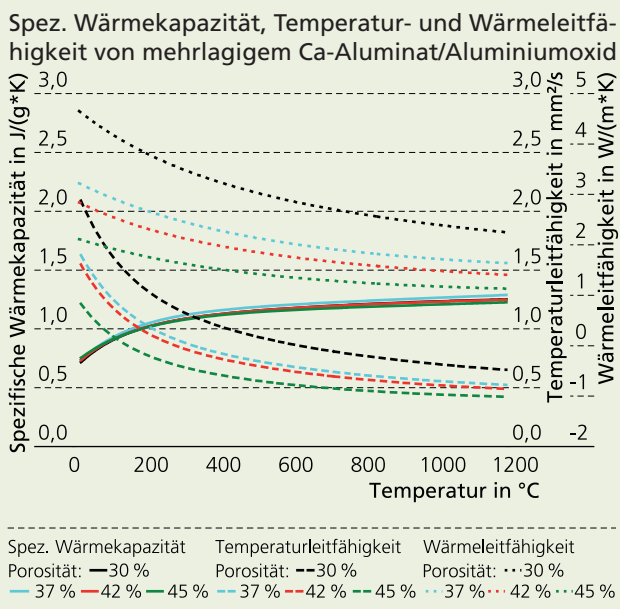
THERMOPHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN: GRUNDLAGE FÜR SIMULATION UND OFENAUSLEGUNG

Dr. Tim Gestrich, Dr. Arno Kaiser, Dipl.-Ing. Uwe Scheithauer

Feuerfest- bzw. Hochtemperaturmaterialien besitzen eine Schlüsselfunktion für Hochtemperaturbauteile in sehr unterschiedlichen industriellen Bereichen (Stahl, Glas, Zement, Energie). Das Materialsystem Ca-Aluminat/Aluminiumoxid bietet vielversprechende Möglichkeiten zur Einstellung von maßgeschneiderten Eigenschaften. Der Werkstoff wurde durch die Kombination von Aluminiumoxidpulver und Calciumkarbonat in einem Masseverhältnis von 11:1 hergestellt. Um die Porosität zu erhöhen wurden Zellulose-Fasern zugesetzt. Der Anteil wurde im Bereich von 0 bis 12 Masseprozent variiert [1]. Ein Gefüge mit Porositäts-Gradient sollte eine verbesserte Thermochockbeständigkeit zur Folge haben und wurde durch die Laminierung von Grünfolien mit unterschiedlichem Gehalt an porenbildenden Hilfsstoffen hergestellt. Um die optimale Anordnung dieser unterschiedlichen Folien zu bestimmen, ist es notwendig, den Einfluss der Porosität auf die thermophysikalischen Eigenschaften zu kennen. Thermomechanische Analyse (TMA)/Thermodilatometrie (TDil), Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK/DSC) und Laserflash-Analyse (LFA) wurden zur Bestimmung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha(T)$, der Wärmekapazität $c_p(T)$ und der Temperaturleitfähigkeit $a(T)$ eingesetzt. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde aus der Dichte bei Raumtemperatur und dem gemessenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestimmt. Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda(T)$ ergibt sich entsprechend Gleichung:

$$\lambda(T) = \rho(T) \cdot c_p(T) \cdot a(T)$$

Der thermische Ausdehnungskoeffizient und die Wärmekapazität der vier untersuchten Materialien sind unabhängig von der Porosität und steigen mit der Temperatur an. Dies entspricht den Erwartungen. Dichte, Temperaturleitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit hängen stark von der Porosität ab. Höhere Porosität führt zu geringeren Werten dieser Eigenschaften. Die ermittelten Abhängigkeiten und Kennwerte werden für die Optimierung von Hochtemperaturbauteilen genutzt. Die Ergebnisse wurden im Rahmen des DFG Projekts SPP1418 »FIRE II« erarbeitet. Wir danken der DFG für die finanzielle Unterstützung.



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften (Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Wärmeausdehnung)
- Thermodynamische Berechnungen

Quellen

[1] Scheithauer, U.; Slawik, T.; Haderk, K.; Moritz, T.; Michaelis, A.: Development of planar and cylindrical refractories with graded microstructure, proceedings of UNITECR 13th, 2013

- 1 Querschnitt einer Multilayer-Komponente mit Gefügegradient.
- 2 Thermischer Ausdehnungskoeffizient und Dichte von mehrlagigem Calciumaluminat/Aluminiumoxid.