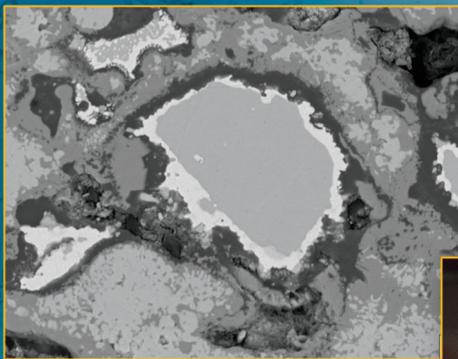


Entwicklung selbstheilender Wärmedämmschichten

Denise Silke Koch



Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IEK-1)

Entwicklung selbstheilender Wärmedämm- schichten

Denise Silke Koch

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 355

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-201-6

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung und Problemstellung | 1 |
| 2 | Grundlagen | 3 |
| 2.1 | Plasmaspritzen | 3 |
| 2.1.1 | Atmosphärisches Plasmaspritzen | 3 |
| 2.1.2 | Vakuumplasmaspritzen | 9 |
| 2.2 | Wärmedämmschichtsysteme | 10 |
| 2.2.1 | Herstellung | 12 |
| 2.2.2 | YSZ als Wärmedämmschichtmaterial | 13 |
| 2.2.3 | Versagensmechanismus | 15 |
| 2.3 | Selbsteilende Schichten | 18 |
| 2.4 | MoSi ₂ als Hochtemperatur-Werkstoff | 21 |
| 2.4.1 | Phasenzusammensetzungen des Werkstoffsystems Mo-Si | 21 |
| 2.4.2 | Plasmaspritzen von MoSi ₂ | 23 |
| 2.4.3 | Integration von Al und B in MoSi ₂ | 24 |
| 3 | Experimentelle Methoden | 25 |
| 3.1 | Atmosphärisches Plasmaspritzen | 25 |
| 3.2 | Verwendete MoSi ₂ -Pulver | 27 |
| 3.2.1 | MoSi ₂ -Pulver | 28 |
| 3.2.2 | MoSi ₂ -Pulver mit 2 % Al und 2 % B | 29 |
| 3.2.3 | MoSi ₂ -Pulver mit 6 % Al und 2 % B | 29 |
| 3.2.4 | MoSi ₂ -Pulver mit 12 % Al und 2 % B | 30 |
| 3.3 | Partikeldiagnostik mittels DPV-200 Diagnostik-System | 31 |
| 3.4 | Materialographische Präparation | 33 |
| 3.5 | Schichtcharakterisierung | 33 |
| 3.5.1 | Physikalische Untersuchungen | 33 |
| 3.5.2 | Mikroskopische Untersuchungen | 36 |
| 3.6 | Thermozyklierung | 41 |
| 3.7 | Design of Experiments | 42 |
| 4 | Herstellung eines Vergleichssystems | 45 |
| 4.1 | Schichtherstellung | 45 |
| 4.2 | Thermozyklierung | 45 |
| 4.3 | Mikrostrukturanalyse und Zusammensetzung | 48 |
| 4.4 | Zusammenfassung | 53 |
| 5 | Untersuchungen zur Herstellung selbstheilender Schichten | 55 |
| 5.1 | Schichtherstellung aus YSZ-MoSi ₂ Mischpulvern | 55 |
| 5.1.1 | Schichtherstellung | 55 |
| 5.1.2 | Mikrostrukturanalyse und Zusammensetzung | 56 |
| 5.1.3 | Zusammenfassung | 58 |
| 5.2 | Optimierung von Spritzparametern für MoSi ₂ -Pulver | 58 |
| 5.2.1 | Injektion von MoSi ₂ am Brennerausgang | 59 |
| 5.2.2 | Schichtherstellung über MoSi ₂ -Injektion mit Abstand zum Brennerausgang | 63 |
| 5.2.3 | Partikeldiagnostik bei Injektion von MoSi ₂ über den Doppelinjektor | 68 |
| 5.2.4 | Zusammenfassung | 71 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.3 | Herstellung von YSZ-MoSi ₂ -Schichten über Doppelinjektion bei Verwendung von reinem MoSi ₂ | 72 |
| 5.3.1 | Schichtherstellung | 73 |
| 5.3.2 | Thermozyklisierung | 73 |
| 5.3.3 | Mikrostrukturanalyse und Zusammensetzung | 74 |
| 5.3.4 | Zusammenfassung | 77 |
| 5.4 | Herstellung von YSZ-MoSi ₂ -Schichten über Doppelinjektion bei Verwendung von MoSi ₂ mit 6 % Al | 79 |
| 5.4.1 | Design of Experiment zur Parameteroptimierung | 79 |
| 5.4.2 | Einfluss der Partikelgröße | 84 |
| 5.4.3 | Wärmebehandlung und Zyklisierung | 87 |
| 5.4.4 | Zusammenfassung | 98 |
| 5.5 | Herstellung von YSZ-MoSi ₂ -Schichten über Doppelinjektion bei Verwendung von MoSi ₂ mit 12 % Al | 99 |
| 5.5.1 | Nutzung von einfach-windgesichtetem Pulver | 100 |
| 5.5.2 | Erste Ergebnisse zur Optimierung von Schichten mit dreifach-windgesichtetem Pulver | 103 |
| 5.5.3 | Zusammenfassung | 107 |
| 6 | Zusammenfassung und Ausblick | 109 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 113 |

**Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 355
ISBN 978-3-95806-201-6**

