Statusbericht zum IGF-Projekt „Thermisch gespritzte Diffusionssperrschichten für CFC-Bauteile in Hochtemperaturanwendungen“

IGF-Nr.: 14.880 N / DVS-Nr.: 2.050
Laufzeit: 01.07.2006 – 30.06.2008
Berichtsdatum: 30.06.2008

1 Durchgeführte Arbeiten in dem Berichtszeitraum (01.02.07 – 30.06.08)

- Untersuchung des Benetzungsverhaltens der beschichteten CFC-Proben
- Thermische zyklische Ofentests
- Herstellung der Demonstratoren
- Abschlußbericht

2 Status/Ergebnisse

2.1 Untersuchung des Benetzverhaltens der beschichteten CFC-Proben

Da CFC-Komponeten wie Chargenträgerplatten in Lötofenanlagen eingesetzt werden, wurde das Benetzungsverhalten der beschichteten CFC-Proben untersucht. Die entwickelten Schichtsysteme mit einer Deckschicht aus Y_2O_3, Mullit, Spinell und ZrO_2 – 7 % Y_2O_3 wurden unter Verwendung von typischen Lotwerkstoffen L-Ni2, L-Ni5 und L-Ni7 getestet. Bei dem Projektpartner Firma PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH wurden die Versuche mit L-Ni2, Ni5 und Ni7-Lotpasten durchgeführt. Die Arbeitstemperatur für L-Ni2, L-Ni5 und L-Ni7 lag jeweils bei 1060, 1190 und 1040 °C. Am Institut für Oberflächentechnik wurden die Versuche mit einer L-Ni2-Lotfolie bei 1060 °C und mit einer L-Ni5-Lotmatte bei 1190 °C durchgeführt. Dabei wurde eine 80 g schwere Stahlprobe aus 1.4571 als Zusatzgewicht auf die Lotfolie sowie die Lotmatte gelegt, um die Kontaktsfläche des Lots auf der Schicht zwangsweise zu vergrößern.

Die Untersuchungen mit den Lotpasten zeigten, dass alle Schichtsysteme eine schlechte Benetzbarkeit aufweisen und nach den Versuchen im guten Zustand sind. In Bild 1 sind beispielsweise die Aufnahmen der mit der L-Ni5-Lotpaste bei 1190 °C untersuchten Mullit- und Y_2O_3-Schichten dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass das geschmolzene L-Ni5-Lot beim Test aufgrund der schlechten Benetzbarkeit der Schichten kugelförmig erstarrt ist. Die Untersuchungen mit der Stahlprobe als Zusatzgewicht zeigten jedoch, dass die Temperatur und die Lotwerkstoffe unter dem Zusatzgewicht das Verhalten der Schichten stark beeinflussen konnten. Alle Schichten weisen beim Versuch mit der L-Ni2-Folie bei 1060 °C eine schlechte Benetzbarkeit auf und sind nach dem Versuch im guten Zustand. Dagegen zeigen die Schichten beim Versuch mit der L-Ni5-Lotmatte bei 1190 °C ein unterschiedliches Verhalten. Während die Mullit- und Spinellschicht lokal stark beschädigt wurden, sind die Y_2O_3- und ZrO_2-7 % Y_2O_3-Schichten im guten Zustand. In Bild 2 sind die Mullit- und Y_2O_3-Schicht beispielsweise dargestellt. Bild 3 zeigt einen Querschliff der auf der Mullitschicht liegenden Stahlprobe. Ein gebrochenes Schichtstück ist deutlich zu erkennen. Unter dem Zusatzgewicht hat sich die Lötverbindung zwischen dem Lot und der Mullitschicht

gebildet. Da die Verbindungskraft der Lötverbindung höher als die Kohäsionskraft der Schichten war, wurde die Schicht während der Abkühlung beschädigt.

2.2 Thermische zyklische Ofentests

Seit August 2007 laufen thermische zyklische Ofentests beim Projektpartner PVA. Das Einzelschichtsystem aus Y_2O_3 und die Doppel- und Dreischichtsysteme mit einer Mullit-, Spinell-, Y_2O_3 - und ZrO_2–basierten Deckschicht sind nach 140 Zyklen bei 1060 °C immer noch im guten Zustand. An der Oberfläche der Schichten sind keine Abplatzungen und Makrorisse erkennbar. Außerdem ist ein Einfluss der Schichtdicke (variiert zwischen ca. 60 und 100 µm) auf das Thermoschockverhalten der Schichten bisher noch nicht zu erkennen.

2.3 Herstellung der Demonstratoren

Im vierten Arbeitstreffen des pbA wurden Chargenträgerplatten für Lötofenanlagen sowie Wärmebandlungsofenanlagen als Demonstratoren ausgewählt. In Bild 4 ist eine Aufnahme einer beschichteten Chargenträgerplatte für Lötofenanlagen dargestellt. Vier Chargenträgerplatten wurden doppelseitig beschichtet. Zwei davon werden mit dem Doppelschichtsystem aus ZrO_2 - 7 % Y_2O_3-SiC versehen. Die anderen zwei wurden mit ZrO_2 - 7 % Y_2O_3-Mullit-SiC beschichtet. Diese Demonstratoren für Lötofenanlagen werden in der Produktion getestet. Für Wärmebehandlungsofenanlagen werden 12 Chargenträgerplatten hergestellt. Sechs Chargenträgerplatten wurden mit ZrO_2 - 7 % Y_2O_3–SiC und sechs weitere mit ZrO_2 - 7 % Y_2O_3–W beschichtet.

2.4 Abschlußbericht

Der Abschlußbericht wird bis zum Ende Oktober bei der AiF eingereicht.

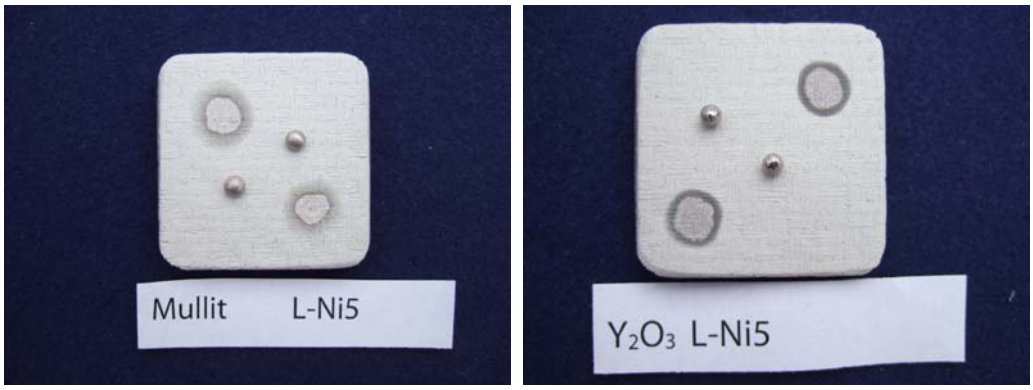

Bild 1: Aufnahmen der mit der L-Ni5-Lotpaste bei 1190 °C untersuchten Muulit- und Y_2O_3-Schicht

Bild 2: Aufnahmen der mit der L-Ni5-Lotmatte bei 1190 °C untersuchten Mullit- (links) und Y_2O_3-Schicht (rechts)

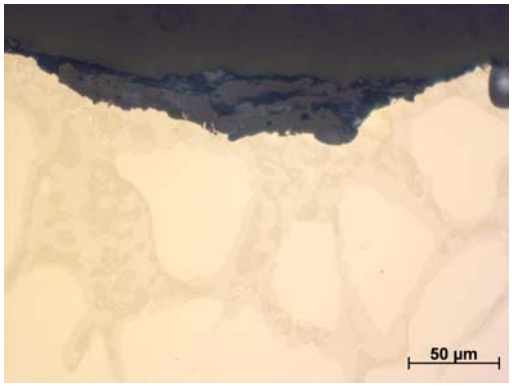

Bild 3: Querschliff der auf der Mullitschicht liegenden Stahlprobe nach dem Versuch mit der L-Ni5-Lotmatte bei 1190 °C

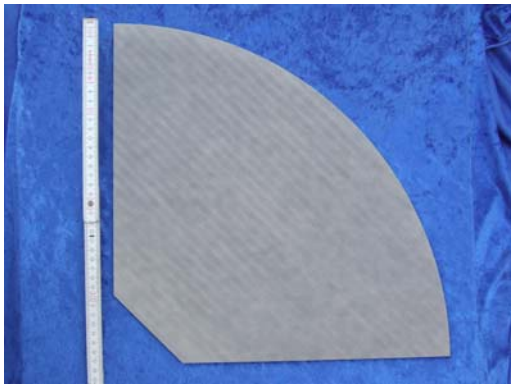

Bild 4: Aufnahme einer beschichteten Chargenträgerplatte für Lötofenanlagen als Demonstrator