

Sommario

La principale tecnologia utilizzata per produrre energia elettrica è basata sull'impiego delle turbine a gas; attualmente si stanno considerando diversi metodi, tra cui l'aumento delle temperature di esercizio, al fine di incrementarne l'efficienza e per ridurre sia il consumo di combustibile, sia le emissioni dei gas. Nelle attuali turbine a gas, per i componenti esposti ad elevata temperatura, sono impiegate le super leghe a base Nichel rivestite con una barriera termica, ma tali materiali possono essere utilizzati al massimo fino a temperature di 1000°C. I materiali a base di carburo di silicio, come i compositi SiC/SiCf, sono candidati promettenti per la sostituzione delle leghe metalliche poiché, grazie alla loro caratteristica di mantenere buone proprietà termo-meccaniche fino a 1400°C, possono potenzialmente incrementare le temperature di esercizio. In ambienti di combustione questi materiali sono però soggetti ad una severa degradazione a causa della corrosione da vapore acqueo; tale corrosione comporta la rimozione dello strato protettivo di SiO₂ che si forma dalla reazione di ossidazione del SiC. I rivestimenti Environmental Barrier Coating (EBC), costituiti da bario stronzio allumino silicato (BSAS) e mullite come interlayer, sono una soluzione promettente per limitare la degradazione dei materiali a base SiC.

In questo lavoro, sono stati depositati su substrati di SiC dei rivestimenti a base mullite e BSAS mediante la tecnica di slurry dip-coating. L'ottimizzazione degli slurry è stata condotta portando in sospensione polveri commerciali in acqua ed etanolo in presenza di diversi disperdenti e con diversi contenuti solidi; le proprietà degli slurry sono state controllate mediante la verifica del comportamento reologico e delle distribuzioni granulometriche. I substrati sono stati immersi negli slurry e successivamente sono stati essiccati e trattati termicamente fino a 1300°C, per favorirne la densificazione. Sono state condotte analisi SEM dei rivestimenti ottenuti, sia per l'osservazione microstrutturale, sia per valutare la presenza di fratture, la porosità e l'adesione. I risultati hanno mostrato che da slurry ottimizzati in soluzione alcolica è stato possibile ottenere dei rivestimenti relativamente spessi di mullite (~ 45 µm) e di BSAS (~ 40 µm). I rivestimenti non hanno mostrato la presenza di fratture macroscopiche ed erano adesi al substrato di SiC. Ulteriori sviluppi dell'attività saranno rivolti sia all'ottimizzazione dei rivestimenti in termini di densità e spessore, sia alla deposizione di rivestimenti misti mullite/BSAS.

Abstract

The main technologies used to produce energy are based on gas turbines and different methods aimed to increase their performance must be considered in order to decrease fuel consumption and gas emissions, such as the increase of operating temperatures. Currently, Nickel based super alloys with ceramic thermal barrier coating are used in hot section parts, but these materials can reach temperatures up to 1000°C. Silicon carbide based materials, such as SiC/SiC_f composites, are promising candidates to replace metal alloys and to improve operating temperatures, due to their good thermo-mechanical properties up to 1400°C. On the other hand, these materials suffer severe degradation in combustion environments because of water vapour corrosion, that removes SiO₂ protective scales formed by the reaction between SiC and oxygen. In order to prevent the degradation of SiC based materials in gas turbines, Environmental Barrier Coatings (EBCs) based on barium strontium aluminosilicate (BSAS) and mullite as interlayer are a promising solution.

In this work, mullite and barium-strontium-aluminosilicate (BSAS) coatings were deposited on SiC substrates by the slurry dip-coating technique. The optimization of slurries was performed by suspending commercial powders in water and ethanol with different dispersants and solid contents; slurry properties were controlled by the rheological behaviour and the granulometric distributions. Substrates were dipped into the slurry and subsequently dried and heat treated at high temperatures up to 1300°C to promote densification. SEM observations were carried out to investigate the microstructure of the obtained coatings and to evaluate crack formation, porosity and adhesion. The results showed that it is possible to obtain relatively thick coatings of mullite (~ 45 µm) and of BSAS (~ 40 µm) from optimized slurries in alcoholic solution. The coatings did not show the presence of macro-cracks and were adherent to the SiC substrate. Further development will aim at optimizing the coatings in terms of density and thickness, as well as at depositing mullite/BSAS mixed coatings.