

Estudo da tensão de fratura em compósitos cerâmicos para aplicação como blindagem mecânica de satélites artificiais

**ERON SILVA, F.¹; NONO, D. A.¹; MINEIRO, S. L.¹; PIORINO NETO, F.²;
NONO, M. C. A.¹**

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Mestrado do curso de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais - CSE. (bolsista: CAPES)

² Instituto de Aeronáutica e Espaço - DCTA, São José dos Campos, SP, Brasil

eronfs@yahoo.com.br

Resumo: Neste trabalho são apresentados os resultados das análises dos valores de tensão de fratura para compósitos cerâmicos alumina - zircônia nanoparticulada 3Y-TZP (zircônia tetragonal policristalina dopada com 3 mol % de ítria), que serão utilizados em partes dos satélites brasileiros para atuarem como blindagem de impactos de micrometeoróides e debris espaciais. Os compósitos cerâmicos foram obtidos por mistura de suspensões dispersas dos pós de alumina e 18,5 % em peso de zircônia nanoparticulada (3Y-TZP), compactação por prensagem isostática e sinterização em 1550 °C. Os compósitos cerâmicos foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura, difração de raios X e ensaios mecânicos de flexão em 4 pontos. Foram realizadas análises da microestrutura e dos valores de tensão de ruptura com distribuição de Weibull. Os resultados obtidos foram comparados com trabalho anterior obtido para mistura mecânica dos mesmos pós. As análises comparativas dos resultados mostraram que a maior homogeneidade de distribuição de nanogrãos de zircônia na matriz de alumina contribui para o aumento dos valores de tensão de fratura e confiabilidade.

Palavras-chave: compósitos cerâmicos alumina-zircônia, tensão de fratura, blindagem mecânica, satélites

1. Introdução

Cada satélite em órbita está exposto à colisão com micrometeoróides e *debris* espaciais com os mais variados tamanhos e densidades e que se deslocam em hipervelocidade, podendo alcançar até 70 km/s. Mesmo um objeto pequeno (com dimensões da ordem de milímetros) pode causar danos severos ao satélite, podendo comprometer a missão, sobretudo se eles ultrapassarem a parede externa deste. Por outro lado, as condições do ambiente onde orbitam os satélites são severas, como; vácuo, microgravidade, ambiente com variação temperatura de acordo com a incidência solar direta até condições de eclipse, incidência de radiação ionizante, neutrons, impactos de micrometeoritos e de *debris* espaciais. Assim, o ambiente espacial onde orbitam os satélites impõe restrições especiais aos satélites e seus subsistemas. Além disto, as propriedades dos materiais componentes de satélites artificiais precisam apresentar confiabilidade e reprodutibilidade altas. Para aplicação como blindagem de impactos, um dos requisitos mais importante é a tensão de fratura alta. Investigações preliminares indicaram que o compósito cerâmico de alumina-zircônia 3Y-TZP, com 18,0 % em peso de zircônia apresenta valores de propriedades mecânicas que atendem

aos requisitos para uso em satélites artificiais (COUTO, 2010). No entanto, os valores de tensão de fratura das cerâmicas obtida a partir de misturas convencionais de pós apresentam dispersões grandes de seus valores. O método de mistura de suspensões de pós método é considerado simples e eficiente para se obter compósitos cerâmicos com dispersão homogênea de grãos de zircônia em matriz de alumina, e portanto com maior confiabilidade nos valores das propriedades mecânicas.

2. Metodologia

Os compósitos cerâmicos foram obtidos por mistura de pós a partir suspensões dispersas dos pós de alumina e 18,5 % em álcool etílico e PABA. A mistura de pós seca foi compactada por prensagem isostática e os sinterizados em 1500 °C. Os compósitos cerâmicos sinterizados foram caracterizados por MEV e difração de raios X. A determinação dos valores de tensão de fratura dos compósitos cerâmicos foram obtidos pelo teste de mecânico de flexão em 4 pontos (norma ASTM C1161–02c).

3. Resultados e Discussão

Os resultados de DRX indicaram que o compósito cerâmico eram compostos por alumina e zircônia TZP. Na Tab.1 pode ser observado o aumento no valor de tensão de fratura, que foi de 40 % em relação ao trabalho anterior (COUTO, 2010). O valor do módulo de Weibull apresentou um aumento de 67 %, o que indica uma maior confiabilidade nas valores de tensão de fratura obtida.

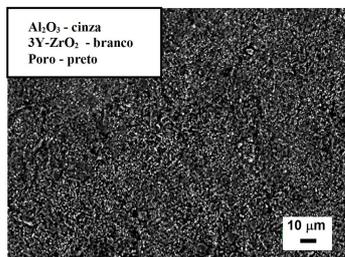


Figura.1 MEV de elétrons retroespalhados.

Tabela 1. Tensão de fratura dos compósitos cerâmicos.

CERÂMICA	Trabalho anterior (COUTO, 2010)	Trabalho atual
Tensão de fratura (MPa)	439	615
Desvio padrão (MPa)	52	58
Módulo de Weibull	7,4	12,4

4. Conclusão

Os resultados mostram uma adequada homogeneidade na microestrutura das cerâmicas sinterizadas, resultante da técnica de mistura de pós utilizada. Esta homogeneidade é evidenciada pelo aumento dos valores do Módulo de Weibull, o que indica uma maior confiabilidade nos valores de tensão de fratura deste material.

Referências

- COUTO, C. A. O. Estudo de blindagem mista contendo compósito cerâmico para proteção contra impactos de micrometeoróides em satélites artificiais. Dissertação Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Brasil, 2010, 141 p.
- PIERRI, J. J.; MAESTRELLI, S. C.; PALLONE, E. M. J. A.; R. TOMASI. Dispersão de nanopartículas de ZrO₂ visando produção de nanocompósitos de ZrO₂ em matriz de Al₂O₃. Cerâmica 51 (2005) 8-12.