

Correlação microestrutura-propriedades para os compostos Ti₂AlC e Ti₃AlC₂ sinterizado via micro-ondas.

Victor G. Fujii*, Ausdinir D. Bortolozo.

Resumo

Nesse trabalho tem sido estudado a manufatura dos compostos Ti₂AlC e Ti₃AlC₂ via sinterização por micro-ondas. A microestrutura tem sido analisada via difratometria de raios X e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados de difratometria indicam a formação predominante da fase Ti₂AlC com quantidades minoritárias da fase TiC. As propriedades mecânicas foram caracterizadas por ensaio de dureza e compressão. Os ensaios mecânicos indicam uma dureza média de 3,43 GPa, limite de resistência a compressão de 200 MPa e limite de escoamento de 200 MPa.

Palavras-chave: Fases MAX, sinterização via micro-ondas, propriedades mecânicas.

Introdução

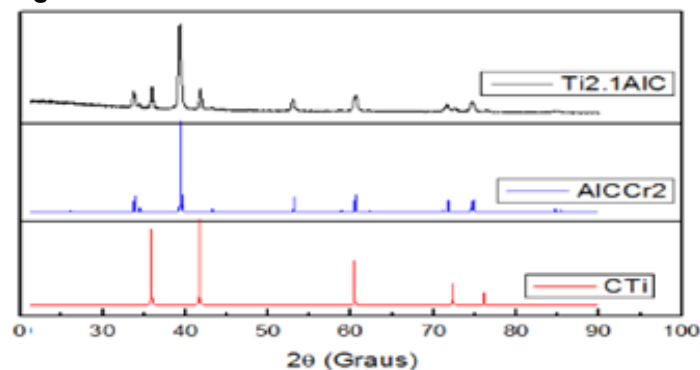
As fases MAX foram descobertas por Nowotny e colaboradores na década de 70¹. O termo "MAX Phases" tornou-se conhecidos no final de 1990 para descrever uma classe emergente de carbetos e nitretos ternários que preenchem a lacuna entre as propriedades típicas de metais e cerâmicas². Dessa forma, de acordo com Pietzka e Schuster, em 1994³, o carboneto ternário Ti₃AlC₂ se destacou devido a sua incomum combinação de propriedades mecânicas, elétricas, térmicas e químicas². A partir disso, foram aplicados diferentes materiais e maneiras para sintetizar essas fases.

Visto a importância das fases MAX devido ao seu incomum conjunto de propriedades, como suportar esforços sofridos a altas temperaturas, resistência ao choque térmico e tolerância a danos, além de possuir boa usinabilidade e excepcional resistência à oxidação, houve a conquista de espaço e interesse na comunidade científica. Uma vez que, atualmente, e principalmente no ramo da indústria aeroespacial ocorre a exigência da manufatura com ligas metálicas especiais (superligas) devido a sua alta durabilidade, simplicidade de construção e versatilidade⁴⁻⁵.

Resultados e Discussão

A fase Ti₂AlC foi manufaturada a partir da mistura de pós comerciais de alta pureza (Ti, Al e grafite), na razão molar 2:1:1. Os pós compactados são selados em tubos de quartzo à vácuo e em seguida a amostra é colocada para sinterização em forno microondas. O primeiro tratamento é realizado em rampa de 10°/min, nas temperaturas de 400°C, 550°C e 1200°C, sendo o tempo de permanência em cada uma delas de 60 minutos. Após o 1° tratamento térmico reprocessa a amostra e efetua-se um 2° tratamento térmico a 1200°C por 1h. Na sequência dos processamentos as amostras foram analisadas por difratometria de raios X (Fig 1.) A análise do difratograma indica a formação da fase Ti₂AlC, com parâmetro de rede a= 0,304 nm e c= 1,360 nm, estando em acordo com a literatura⁸. Ao final dos respectivos tratamentos, as amostras são submetidas a ensaios mecânicos de dureza e compressão.

Figura 1. Difratometria de raios X da fase Ti₂AlC.



Ensaio mecânicos indicam um valor de 3,43 GPa, para uma amostra com massa específica de 4,03 g/cm³ que corresponde a 79,84 % de densificação. O ensaio de compressão indica um limite de escoamento de 200 MPa e 200 MPa de limite de resistência a compressão.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos, e posteriormente suas respectivas análises, é possível concluir que os valores obtidos para as propriedades mecânicas citadas são mais próximos da literatura⁶⁻⁷ quando comparado com os valores obtidos através da sinterização via forno convencional. Sendo assim, confirma-se o fato da sinterização via micro-ondas ser uma rota alternativa para a produção da fase, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre os métodos e a literatura.

	Dureza (GPa)	Peso específico (g/cm ³)	Compressão (MPa)
Micro-ondas	3,43	4,03	200
Convencional	2,75	3,60	160
Literatura	4,50	4,11	670

¹ H. Nowotny, Prog. Solid. State Chem., 5, pp. 27-70, 1971.

² M. W. Barsoum, Prog. Solid. State Chem., 28, 201-281, 2000.

³ M. A. Pietzka and J. C. Schuster, "Summary of Constitutional Data on the Al-C-Ti System", J. Phase Equilibria, 15 [4] 392 (1994).

⁴ J. A. Sekhar, J. P. Dismukes. Key Engineering Materials, 380, p. 113-134, 2008.

⁵ R.C. Reed, T. Tao, N. Warnken. Acta Materialia. 57, 19, p. 5898-5913, 2009.

⁶ Barsoum MW. Prog Solid State Chem 2000;28:201.

⁷ C. J. Gilbert et al., Scripta Materialia, 42 (2000) 1.

⁸ X.H. Wang et al.: J. Mater. Sci. Technol., 2010, 26(5), 385-416.