

PROCESSAMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS POR PTA

Fabiano Oscar Drozda¹

Edson Hiromassa Takano²

Ana Sofia Clímaco Monteiro d'Oliveira³

fabiano_o_drozda@whirlpool.com

hiromassa@gmail.com

sofmat@ufpr.br

¹ Whirlpool S/A, Joinville – SC.

² PG-Mec, UFPr, Centro Politécnico, Caixa Postal 19001.

³ Dep. Eng. Mec./Pr, UFPr, Centro Politécnico, Caixa Postal 19001.

Resumo. *A soldagem de materiais dissimilares em particular metal/cerâmica, é um desafio técnico com atrativos interesses comerciais. Neste trabalho um tipo de revestimento cerâmico foi processado por PTA (Plasma Transferred Arc). Pós de $ZrO_2Y_2O_3$ foram depositados sobre camadas de liga de níquel previamente depositadas sobre aço de baixo carbono. Os revestimentos foram avaliados quanto à aparência do cordão e secção transversal por microscopia ótica. Resultados mostram que as condições utilizadas no processamento geraram adesão do par $ZrO_2Y_2O_3$ /substrato e com boa qualidade dos cordões. Os depósitos exibiram trincas transversais que foram reduzidas com um tratamento térmico de alívio de tensão a 400 °C do substrato com a camada da Liga (Ni, Cr, Al, Y) depositada. Análise da secção transversal confirmou ligação entre o revestimento cerâmico e o substrato. A morfologia da $ZrO_2Y_2O_3$ depositado é semelhante aos reportados por deposições por PS (Plasma Spraying).*

Palavras-Chave. *Plasma de Arco Transferido, Ligação, Metal, Cerâmica.*

1. INTRODUÇÃO

Os TBC's (Thermal Barrier Coatings) encontram uma grande aplicação como proteção para altas temperaturas em componentes estruturais de turbinas a gás de veículos aeroespaciais. O estado da arte das TBC's, baseia-se na Zircônia estabilizada com Itria (YSZ) que pode ser usada a temperaturas acima de 1200 °C.

Num revestimento cerâmico TBC, existem quatro constituintes primários que formam a barreira térmica Fig. (1). Eles compreendem em: um componente à base de superliga de níquel, denominado como substrato; uma camada de ligação (Bond Coat) que contém alumínio, localizada entre o substrato e o TBC; e uma camada de óxido crescida termicamente (TGO), constituída predominantemente de α -alumina que se forma entre o TBC e a camada de ligação. O TBC é o isolante térmico, a camada de ligação é responsável pela proteção antioxidante e a superliga suporta as cargas estruturais.

O TGO é um produto da reação de oxidação e funciona como elemento de adesão entre o óxido e o metal. Cada uma dessas camadas está sujeita aos mecanismos de difusão e todas interagem contribuindo para o desempenho e durabilidade do sistema.

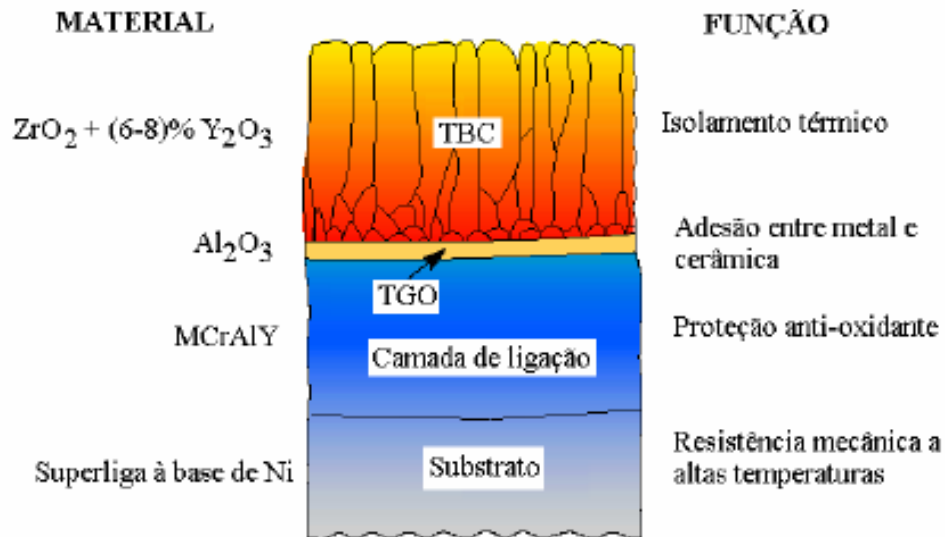


Figura 1. Esquema de um revestimento para uso como barreira térmica com as respectivas funções.

2. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Revestimentos cerâmicos de YSZ – Zircônia Estabilizada com Itria em forma de pó, foram depositadas via PTA sobre substratos metálicos de aço carbono 1020, utilizando como camada de ligação uma liga metálica a base de níquel (Ni, Cr, Al, Y) denominada “Bond Coat”.

Os parâmetros do equipamento foram regulados de forma a se obter cordões espessos (aproximadamente 3 mm de largura) de ZrO_2 e com aderência da camada cerâmica com o substrato. Amostras com depósitos de “Bond Coat” foram tratadas térmicamente para alívio de tensão, em forno durante 2 horas a uma temperatura de 400 °C.

Através da microscopia ótica, foi realizada uma avaliação qualitativa da secção transversal para averiguar a aderência entre o ZrO_2 /substrato e a presença de trincas no revestimento cerâmico para as amostras com e sem tratamento de alívio de tensão. Os revestimentos também foram avaliados quanto a presença de porosidades, trincas e outros defeitos de soldagem. A preparação da amostra para micrografia foi realizada conforme procedimentos padrões, mas sem ataque metalográfico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cordões aplicados de ZrO_2 apresentaram uma superfície lisa e contínua Fig. (2). Trincas transversais a deposição também foram observadas. Estas trincas podem ser resultados das altas taxas de resfriamentos, tensões térmicas gerada pela alta espessura do depósito (próximo a 1,5mm) e/ou pelos diferentes coeficientes de dilatação térmico dos materiais que compõem o sistema.

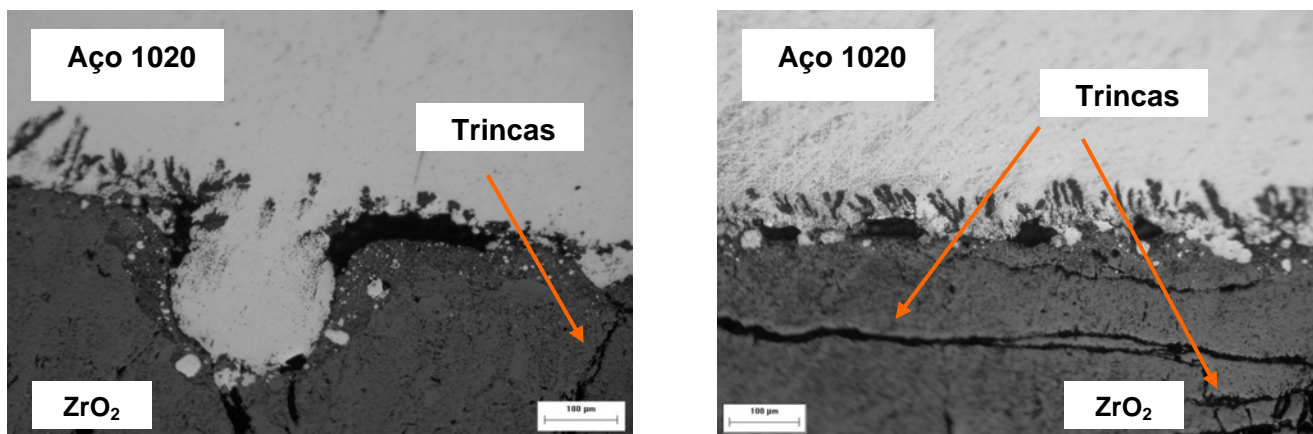


Figura 2. Fotografia do cordão cerâmico aplicado via PTA.

A avaliação da secção transversal dos depósitos Fig. (3) demonstrou a existência de aderência entre o substrato e a ZrO_2 , inferindo-se que existe uma ligação entre estes materiais. Esta ligação pode ter ocorrido pela presença da “Bond Coat” e/ou somando-se a alta temperatura alcançada pelo processo de PTA que promove a fusão da $ZrO_2Y_2O_3$.

A dificuldade da ligação entre metal/cerâmica aparece pela falta de molhabilidade do material cerâmico fundido sobre a superfície do substrato, fato este que, dos vários processos de deposição das TBC's (PS – Plasma Spraying e EB-PVD – Electron Beam – Physical Vapor Deposition) ambos têm como principal característica a formação ligações mecânicas da camada cerâmica com o substrato, sendo estas camadas da ordem micrométrica.

As amostras que sofreram tratamento de alívio de tensão apresentaram uma menor quantidade, tamanho e as trincas se mostraram dispersas através da secção, já as amostras sem tratamento, as trincas se apresentavam transversalmente por todo o revestimento e muito próximas a interface substrato e deposição.



A - Amostra com alívio de tensão

B - Amostra sem alívio de tensão

Figura 3. Micrografia da secção transversal do cordão cerâmico aplicado via PTA- YSZ-8%.

As altas taxas de resfriamento do processo de PTA provavelmente originaram o aparecimento de trincas. Micro-trincas distribuídas aleatoriamente em revestimentos de Zircônia para TBC's são desejáveis, pois o material cerâmico com micro-trincas vai mostrar uma maior conformidade como os choques térmicos durante o uso.

Macro-trincas como as apresentadas nas amostras sem alívio de tensão não são desejáveis. Estas trincas podem levar a uma fratura prematura do revestimento, descolando-se do substrato e expondo-o as situações agressivas. Situações de deposição onde as trincas são paralelas ao revestimento são totalmente indesejáveis, os materiais que compõem o sistema sofrem alterações dimensionais e com isso provocando também descolamento do revestimento.

4. CONCLUSÕES

O processo PTA permite a deposição de revestimentos cerâmicos contínuos, de baixa porosidade e com uma morfologia semelhante aos aplicados via PS (Plasma Spraying).

As micrografias demonstram que entre o substrato e o revestimento existe aderência. O tratamento de térmico para alívio de tensão mostrou-se eficiente para reduzir a quantidade e tamanho das trincas presentes no revestimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gonzalez, S.A., 2006, Caracterización Microestructural y Mecânica de Barreras Térmicas por APS y EB-PVD degradadas por fadiga térmica y por contato, Tese de doutorado, Univesidad Politécnica de Cataluna.

Stiger, M.J., Yanar, M.N., Topping, M.G., 2001, Thermal Barrier Coatings for the 21st Century, Materials Science and Techonology, United Kington.

Stanley, R.L., Opila, E.J., Halbig, M.C., Kiser, J.D., 2000, Evaluation of UHTC for Aero propulsion use.

Ballard, J.D., Schadler, L.S., Lewis, C., 2001, Phase Transitions in Thermal Barrier Coatings, ASM International.

Christensen, A., Asche, E.A., Carter, D.A., 1999, Atomic-Level Properties of Thermal Barrier Coatings: Characterization of Metal-Ceramic Interfaces.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

CERAMIC COATINGS BY PTA

Fabiano Oscar Drozda¹

Edson Hiromassa Takano²

Ana Sofia Clímaco Monteiro d'Oliveira³

fabiano_o_drozda@whirlpool.com

hiromassa@gmail.com

sofmat@ufpr.br

¹ Whirlpool S/A, Joinville – SC.

² PG-Mec, UFPr, Centro Politécnico, Caixa Postal 19001.

³ Dep. Eng. Mec./Pr, UFPr, Centro Politécnico, Caixa Postal 19001.

Abstract. *Welding of dissimilar materials in particular ceramics to metals is a technical challenge with attractive economical consequences. In this work a ceramic coating was processed by plasma transferred arc. $ZrO_2Y_2O_3$ powders were deposited on Ni based alloys (NiCrAlY) layers previously welded on a steel plate. Coatings were evaluated regarding their soundness and by optical microscopy on the transverse section. Results showed that the pair $ZrO_2Y_2O_3$ /substrate material played the major role on the quality of the processed surfaces, determining the effectiveness of the bonding. Processing on the NiCrAlY layers leading to 3mm thickness coatings. Deposits exhibited transverse cracks which were reduced with a stress relief at 400°C of the substrate (AISI 1020+NiCrAlY layer) prior to deposition. Transverse section analysis confirmed the bonding between the substrate and coating materials and revealed the presence of micro-cracks and a morphology of the $ZrO_2Y_2O_3$ similar to that reported on Plasma spray deposits.*

Keywords. *Plasma Transferred Arc, bonding, Metal, Ceramic.*