

Avaliação da resistência à oxidação de camadas de ligação de revestimentos utilizados em barreiras térmicas

Maria Júlia Xavier Belém^{1*}, Carlos Roberto Camello Lima²

1. Estudante de IC da UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste/SP; *mjbelem@unimep.br.

2. Professor do PPGEP - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Santa Bárbara d'Oeste/SP; crclima@unimep.br.

Palavras Chave: *Aspersão Térmica, TBC, Oxidação.*

Introdução

Revestimentos depositados por diversos processos para proteção de componentes ou produtos metálicos vêm sendo cada vez mais utilizados visando ao aumento da vida útil de peças e componentes de vários setores industriais, como nas indústrias aeronáutica e na automobilística [1]. O processo de Aspersão Térmica tornou-se uma técnica essencial para aumentar a vida útil ou mesmo a temperatura de trabalho de componentes de turbinas a gás e motores diesel que operam em elevadas temperaturas e pressões. Para isso, são aplicados revestimentos para barreira térmica (*Thermal Barrier Coating* – TBC. TBCs consistem, tipicamente, em uma camada de base de MCrAlY, sendo M um metal específico, uma camada de ligação (*bond coat*) e um revestimento cerâmico externo de zircônia parcialmente estabilizada com ítria [2]. A ocorrência de falhas prematuras no material cerâmico causa preocupações, pois diminuem a vida útil do TBC, sendo a principal causa o Óxido Crescido Termicamente (TGO – *Thermally Grown Oxide*), que é um produto da reação de oxidação, que ocorre quando o sistema TBC é sujeito a altas temperaturas. Portanto, estudar a camada de ligação (*bond coat*) é essencial para o uso de todo o potencial dos sistemas TBCs [3].

Resultados e Discussão

Foram analisadas os revestimentos *bond coat* aplicados pelos processos de aspersão *Flame Spray* (NiAl) e *HVOF* (NiCrAl) em relação à quantidade de óxidos, e ao ganho de massa, utilizando uma Balança Digital Shimadzu, modelo AY220, peso máximo de 220 g e precisão de 0,0001 g. Os ensaios de oxidação isotérmica foram realizados no Laboratório de Materiais da UNIMEP, do Campus Santa Bárbara d'Oeste. Foi utilizado o Forno Brasimet, modelo DH 17-A (temperatura máxima de 1200 °C), a uma temperatura de 1000°C em atmosfera de ar estático, com exposição de 24, 48 e 96 horas. Após cada tratamento, as amostras foram retiradas do forno, resfriadas em ar atmosférico à temperatura ambiente e pesadas utilizando balança de precisão (0,0001g). Observou-se que para ambos os processos de aspersão, o ganho de massa aumenta com o tempo de exposição. Na amostra *Flame Spray* com 96 horas de exposição, foi a que teve a maior taxa de oxidação, e com o aumento do TGO, óxido crescido termicamente, houve o deslocamento do revestimento aspergido do substrato. A Tabela 1 e 2 apresenta os valores da massa das amostras aplicadas por aspersão *Flame Spray* e *HVOF*, respectivamente.

Tabela 1. Massa das amostras para cada tempo de ensaio

Massa das amostras (g)			
FLAME SPRAY (NiAl)			
Amostra	0 h	Pós Ensaio	Ganho de Massa (g)
1	61,4240	Pós Ensaio 24 h	1,7000
		63,1240	
2	60,9790	Pós Ensaio 48 h	1,9940
		62,9720	
3	62,0260	Pós Ensaio 96 h	3,8530
		65,8790	

Tabela 2. Massa das amostras para cada tempo de ensaio

Massa das amostras (g)			
HVOF (NiCrAl)			
Amostra	0 h	Pós Ensaio	Ganho de Massa (g)
1	210,5601	Pós Ensaio 24 h	0,0020
		210,562	
2	210,0665	Pós Ensaio 48 h	0,0023
		210,0688	
3	215,9627	Pós Ensaio 96 h	0,9252
		216,0215	

Os gráficos da Figura 1 apresenta uma melhor visualização do ganho de massa das amostras após ensaio de oxidação isotérmica a uma temperatura de 1000°C com intervalos de tempo de 24, 48 e 96 horas.

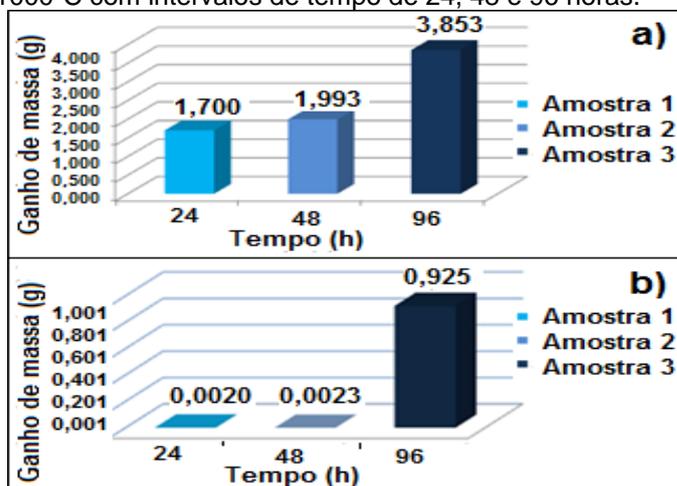


Figura 1. a) amostras *Flame Spray*; b) amostras *HVOF*.

Conclusões

Após os ensaios de oxidação isotérmica, foi observado que não foram todos os revestimentos que forneceram proteção ao substrato, embora para os revestimentos aplicados por *HVOF* não tenham aparecido indícios de trincas ou outra fonte que levaria ao deslocamento do *bond coat*. As amostras de NiAl revestidas pelo processo *Flame Spray* apresentaram as maiores oxidações, cerca de quatro vezes maior que as amostras de NiCrAl aplicadas por *HVOF*, após 96 horas de ensaio.

Agradecimentos

Ao CNPq e à UNIMEP, pela bolsa disponibilizada; A Ogramac Engenharia de Superfícies, pela disponibilidade dos materiais e aplicação; Ao Caio Avanzi e Joseane Ferreira, técnicos do Laboratório de Materiais da UNIMEP, e ao Prof. Dr. Rodolfo Libardi pelo auxílio para realização dos testes; Ao bolsista de Doutorado Miguel Ángel Reyes Mojena, pelo apoio e auxílio no decorrer do trabalho de pesquisa.

[1]LIMA, C.R.C., TREVISAN, R.E, Aspersão Térmica: Fundamentos e Aplicações. 2ª. Ed. São Paulo: Artliber, 2007, 152 p.

[2]ARL, U.S. Army Research Laboratory. Cold Spray Process. Disponível em: <<http://www.arl.army.mil/www/default.cfm?page=370>>. Acesso em: 17 jan. 2014.

[3]RIBEIRO, A.J.R.F., Barreiras térmicas compósitas obtidas por projeção térmica. Aveiro: 2009, 56p.