

ENVELHECIMENTO DA LIGA À BASE DE COBALTO STELLITE 6 DEPOSITADA POR LASER

Autoras: C.G.Féder (1) , A. S. C. M. d'Oliveira (1).

(1) Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Materiais e Tratamentos Superficiais, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Curitiba-Pr, CEP 81.531-990

Palavras-chave: revestimentos, ligas a base de cobalto, ciclagem térmica, envelhecimento.

RESUMO

O revestimento de superfícies através do laser cladding vem sendo usado na engenharia há mais de duas décadas. Neste processo é utilizado um feixe de laser que funde o material a ser depositado e uma fina camada do substrato para que ocorra a ligação metalúrgica entre os dois. Algumas características do laser quando usado para a deposição de um revestimento são: revestimentos com uma estrutura refinada, em comparação a outros processos; altas taxas de solidificação; baixa diluição do revestimento no substrato; baixa distorção.

Neste trabalho avaliou-se a estabilidade a alta temperatura de revestimentos de uma liga a base de cobalto, Stellite 6, depositados por laser. De acordo com a literatura esta é uma superliga a base de cobalto endurecida por solução sólida e por precipitação de carbonetos, e que deve manter sua dureza a alta temperatura.

A deposição de 1 e 2 camadas de revestimento foi feita sobre substratos de aço inoxidável AISI 304. Cada camada é feita pela sobreposição de cordões paralelos, sendo que o revestimento com uma camada possui espessura de aproximadamente 0,8 mm e duas camadas aproximadamente 1,5 mm. A tabela 1 apresenta a composição química dos materiais utilizados.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Fe	W	Mo	Co
304	0,08 (máx)	1,0 (máx)	2,0 (máx)	0,045 (máx)	0,03 (máx)	18,0 a 22,0	8,0 a 10,5	Balanço	---	---	---
Stellite 6	1,1	2,0	2,0	---	---	30,0	3,0	3,0	5,0	2,0	Balanço

Tabela 1- Composição química em wt% dos materiais utilizados.

A estabilidade do revestimento foi avaliada para duas temperaturas 700°C e 1050°C. Para cada uma delas amostras foram submetidas aos seguintes ciclos térmicos:

- 1 ciclo com duração de 2h30min.
- 5 ciclos com duração de 30 min cada.
- 30 ciclos com duração de 5 min cada.

Um ciclo térmico consiste em aquecer o material à temperatura especificada, permanência nesta temperatura e resfriamento em água. Todas as amostras permaneceram o mesmo tempo na temperatura de tratamento.

A caracterização das amostras foi feita recorrendo ao microscópio ótico e ensaio de microdureza Vickers (500 g e 25 g). Para análise estatística dos dados utilizou-se o programa Statistic Plus.

A estrutura observada é dendrítica, típica de fusão, e se apresenta refinada devido às altas taxas de solidificação do processo de deposição por laser. A 700°C a estrutura se apresenta estável, já nas amostras submetidas à ciclagem a 1050°C há um aumento da granulometria e precipitação de carbonetos, figura 1.

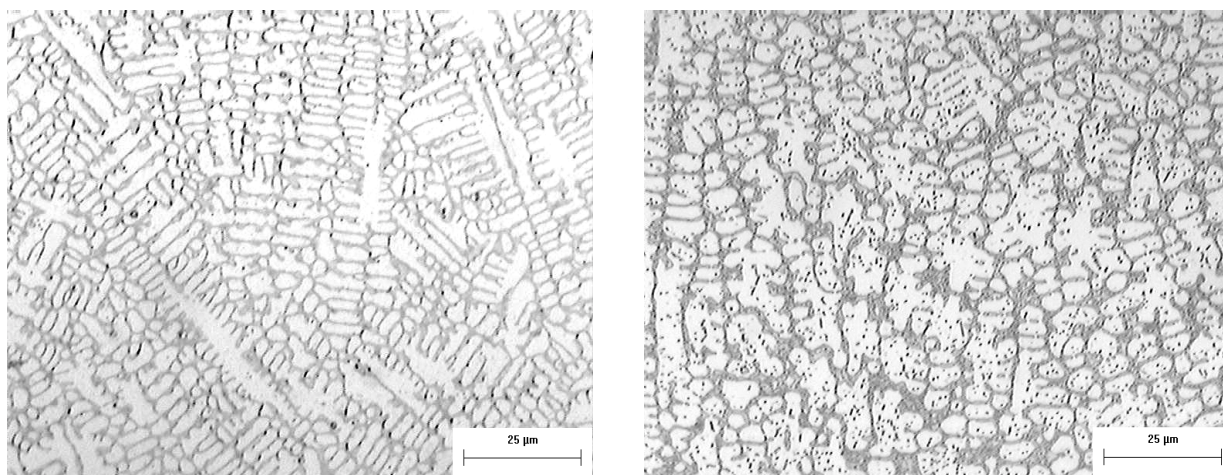


Figura 1- Micrografia da amostra de uma camada que sofreu 30 ciclos, a) 700°C e b) 1050°C.

A estabilidade da estrutura avaliada pela microdureza completa os resultados da observação metalográfica. A 700°C observa-se um aumento de dureza, sendo mais significativo após ciclagem com 30 ciclos, figura 2. Já na temperatura elevada, 1050°C, ocorre uma diminuição de dureza em qualquer das condições testadas, figura 3.

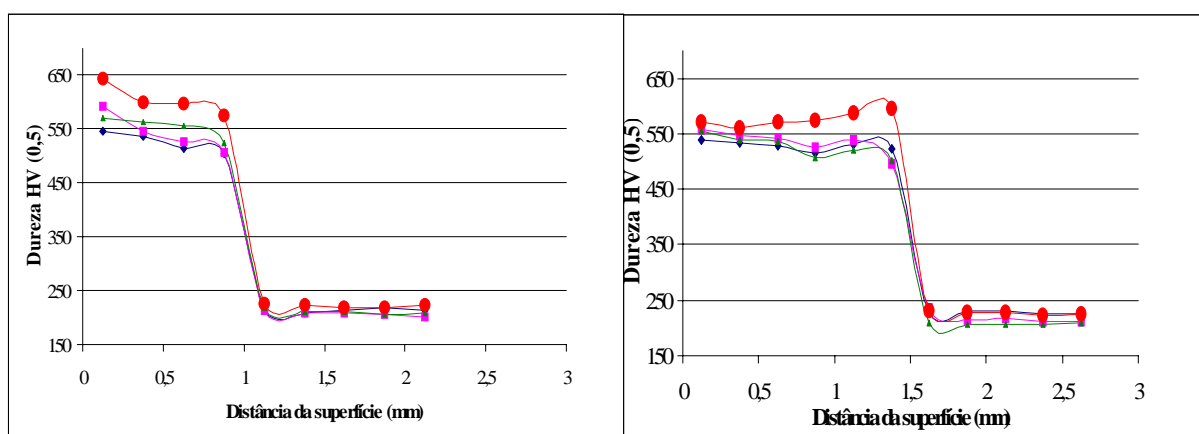


Figura 2- Perfil de microdureza das amostras que sofreram ciclagem à 700°C, a) 1 camada e b) 2 camadas. (♦ como depositada, 4 h30min, ▲ 5 ciclos, ●30 ciclos)

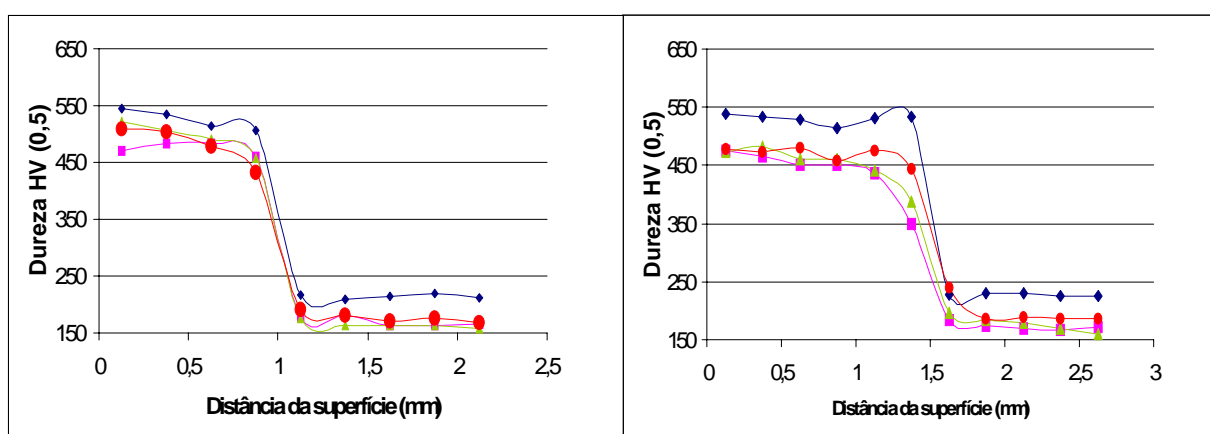


Figura 3- Perfil de microdureza das amostras que sofreram ciclagem à 1050°C, 1 camada e b) 2 camadas. (♦ como depositada, 4 h30min, ▲ 5 ciclos, ●30 ciclos)

Este comportamento pode ser explicado considerando às elevadas velocidades de resfriamento envolvidas na deposição por laser, o que deve reter elementos como o cromo em

solução sólida. Ao submeter estas amostras à temperatura elevada, a tendência é o cromo sair de solução precipitando, o que resulta num aumento de dureza.

A temperatura de 700°C deve-se esperar precipitados finos e dispersos, que distorcem a rede cristalina e aumentam a dureza. Para temperaturas muito superiores a temperatura de envelhecimento da liga pode ocorrer superenvelhecimento pela coalescência dos precipitados, o que torna os precipitados grandes o suficiente para serem observados ao microscópio ótico.

Esta teoria é confirmada pelas medidas de microdureza (25 g) na região dendrítica das amostras com duas camadas testadas a 1050°C. A queda de dureza observada confirma a teoria de que elementos formadores de carbonetos saíram da solução sólida inicial, tabela 2.

Condição	Como depositada	5 ciclos
Dureza	572 HV	434 HV

Tabela 2- Microdureza na região dendrítica.

Conclui-se que:

- Depósitos obtidos por laser submetidos à ciclagem a 700°C apresentam aumento de dureza, tanto mais significativo quanto maior o número de ciclos térmicos. Este aumento de dureza é atribuído aos precipitados finos e dispersos.
- Depósitos obtidos por laser submetidos à ciclagem a 1050°C apresentam queda de dureza, que pode ser atribuída a um superenvelhecimento do material.

Agradecimentos: a autora agradece o Laboratório de Materiais e Tratamentos Superficiais do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPR, à orientadora Ph.D. Ana Sofia Clímaco Monteiro D'Oliveira e ao Cnpq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

1. Vilar R., *Laser Cladding*, Journal of Laser Applications, abril de 1999, p. 64-79.
2. Antony, Kenneth C., *Wear-resistant cobalt-base alloys*, Journal of Metals, fevereiro de 1983, p. 52-60.
3. D'Oliveira, A.S.C.M., Vilar,R., Féder, C., *Plasma Transferred Arc Welding and Laser Hardfacing with a Cobalt-based Alloy*, AMPT, 2001.
4. Sullivan, C. P., Donachie Jr., M. J., Morral, F. R., *Cobalt-base superalloys-1970*, Centre d' Information du Cobalt.