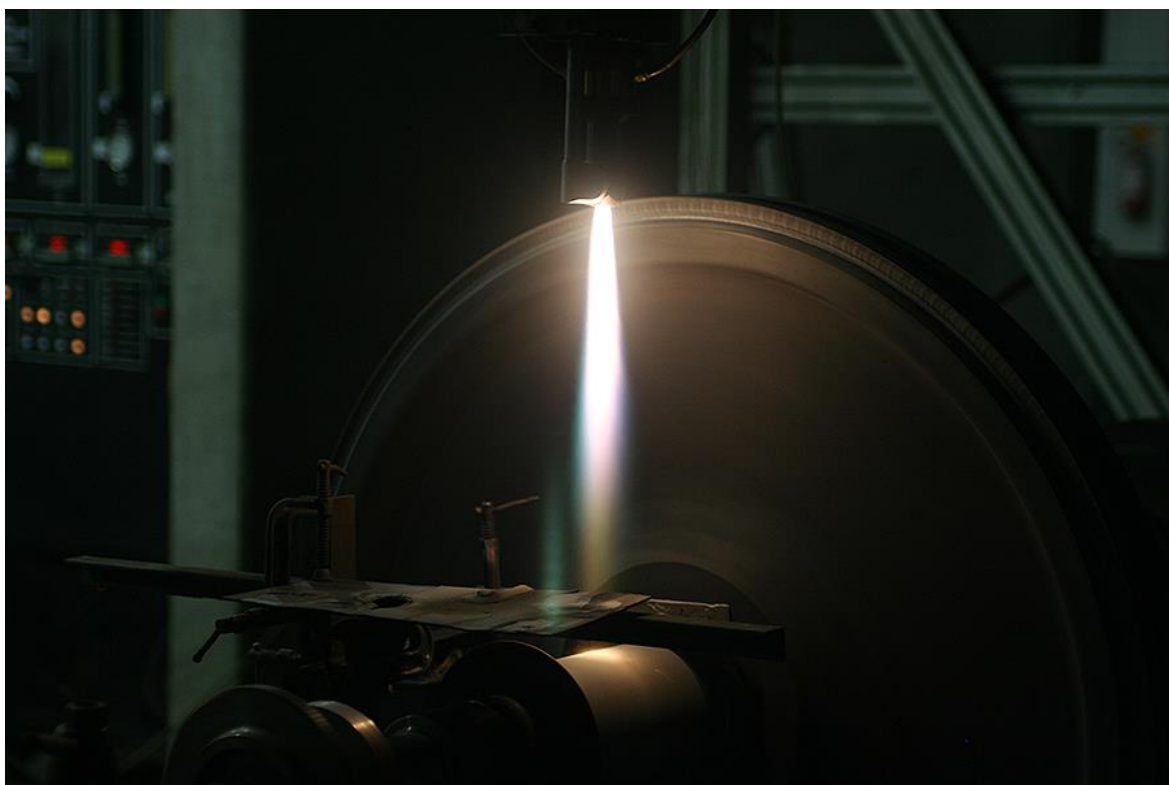


Aspersão Térmica - Um Método “Limpo” e Eficiente para a Substituição do Cromo Duro



Edilson Nunes Pollnow¹ – Analista do Centro de Pesquisa e Tecnologia.

¹ – Rijeza Indústria Metalúrgica – São Leopoldo – Rio Grande do Sul – Brasil

Resumo

Após décadas de aplicação do Cromo Duro como revestimento protetor contra desgastes, o mercado global vem solicitando as indústrias de revestimentos, soluções modernas mais efetivas e ambientalmente corretas.

Diversos estudos foram realizados e diversas técnicas de deposição de revestimento foram desenvolvidas. Poucas conseguiram alcançar as características de proteção do Cromo Duro. Porém uma destas técnicas foi mais além, não só conseguiu resultados superiores ao Cromo Duro, bem como, diminuiu praticamente a “zero” a poluição ambiental, esta técnica é chamada aspersão térmica.

Introdução

A indústria de proteção contra desgaste está em constante evolução e busca cada vez mais revestimentos eficientes, que utilizem tecnologias limpas e adequadas, requisitadas pelo mercado mundial.

Cromo duro é o revestimento eletrodepositado mais usado para obter altos níveis de dureza, resistência ao desgaste e corrosão e baixo coeficiente de atrito, para aplicações na indústria aeroespacial, automotiva e petroquímica [1, 2]. Porém este processo não é considerado eficiente e ambientalmente correto quando comparados a outros tipos de revestimentos, como por exemplo, revestimentos obtidos por aspersão térmica.

Existem diversos processos de aspersão térmica, neste trabalho apresentaremos os principais grupos de aspersão térmica e suas peculiaridades.

Aspersão Térmica

Por definição, concebemos que a “aspersão térmica é um grupo de processos onde materiais metálicos ou não-metálicos, finamente divididos, são depositados em uma condição fundida ou semifundida sobre um substrato preparado formando um depósito aspergido”[3]. O material para aspersão pode estar na forma de pó, vareta, cordão ou arame.

Podemos citar como características marcantes da aspersão térmica a grande flexibilidade do processo, que pode aspergir todas as classes de materiais, comumente conhecidos como: metais, cerâmicas, polímeros e compósitos.

Revestimentos obtidos por aspersão térmica em geral possuem estrutura lamelar, com baixa porosidade (menor que 2% para aspersão por HVOF), camadas de revestimento bem homogêneas e dureza superior quando comparados aos diversos outros métodos de revestimento.

Os revestimentos só conseguem este alto grau de qualidade devido a uma boa preparação antes da metalização. Esta preparação consiste em 4 processos: limpeza, texturização, camada de ligação (quando necessário) e pré-aquecimento (quando necessário).

O processo de limpeza consiste em eliminar todos os elementos contaminantes que existam na peça, tais como: camadas de água, óxidos, graxa, óleo, pó e gases absorvidos.

A texturização consiste atacar a superfície da peça impingindo a esta uma rugosidade necessária ao processo de metalização.

Em materiais muito duros para serem texturizados, ou então muito moles que sofreriam deformação, se faz necessário a deposição de uma camada de ligação. Normalmente, os

materiais de ligação possuem alguma afinidade com o substrato, formando então ligações fortes.

O pré-aquecimento pode ser utilizado em situações em que seja necessário prevenir a condensação de vapor de água. Pode também retardar o resfriamento das partículas e melhorar a qualidade do revestimento.

Somente o processo de jateamento abrasivo já é capaz de executar a limpeza e texturização necessária à deposição do revestimento.

Dentro da técnica de aspersão térmica, existe uma série de processos, diferentes entre si, que vão gerar diferentes resultados no revestimento, portanto o processo deve ser escolhido com parcimônia para um melhor aproveitamento da técnica e um revestimento com a qualidade esperada.

A aspersão térmica é considerada uma “tecnologia limpa”, pois seus impactos para o meio ambiente e para a saúde humana são muito baixos ou em alguns casos inexistem.

Tipos de Aspersão Térmica

Existem diversos tipos de aspersão térmica, que se diferenciam nos seguintes aspectos: estrutura química, densidade do depósito, velocidade de partículas e temperatura.

Os processos de aspersão térmica podem ser classificados em dois grupos básicos:

- ✓ Grupo I ou de Combustão: Chama; Detonação;
- ✓ Grupo II ou Elétrico: Plasma; Arco elétrico.

O primeiro grupo emprega gases combustíveis como fonte de calor. Os consumíveis usados são na forma de pó, vareta, cordão ou arame. Os processos utilizando energia elétrica como fonte de calor constituem o segundo grupo. Nestes os consumíveis são na forma de pó ou arame [3].

O grupo 1 ainda pode ser subdividido em: Combustão por chama convencional; Oxi-combustível de alta velocidade (HVOF); Aspersão a frio (cold spray) e Aspersão por detonação (D-gun).

Já o grupo 2 consiste nos métodos de: Plasma de arco não-transferido (PSP – Plasma spray); Plasma de arco transferido (PTA – Plasma transferred arc) e Arco elétrico.

A tabela 1 demonstra um pequeno comparativo entre os diversos métodos.

Propriedade/ característica:	Tipo de revestimento	Chama de arame	Chama de pó	Arco elétrico	HVOF	Plasma arco não transferido	Plasma a vácuo
Resistência adesiva (MPa)	Metais ferrosos	14-28	14-21	28-41	48-62	21-34	100-400
	Metais não-ferrosos	7-34	7-34	14-48	48-62	14-48	400-750
	Cerâmicas	-	14-34	-	-	21-41	25-55
	Carbonetos	-	34-48	-	83 +	55-69	60-100
Densidade (% de material bruto equivalente)	Metais ferrosos	85-90	85-90	85-95	95-98 +	90-95	97-99 +
	Metais não-ferrosos	85-90	85-90	85-95	95-98 +	90-95	97-99 +
	Cerâmicas	-	90-95	-	-	90-95 +	95-98
	Carbonetos	-	85-90	-	95-98 +	90-95 +	95-98 +
Dureza	Metais ferrosos	84 Ra - 35 Rc 95 R _H - 40 Rc	80 Ra - 35 Rc 30 R _H - 20 Rc	85 Ra - 40 Rc 40 R _H - 35 Rc	90 Ra - 45 Rc 100 R _H - 55 Rc	80 Ra - 40 Rc 40 R _H - 50 Rc	30 - 50 Rc 45 - 55 Rc
	Metais não-ferrosos	-	40 - 65 Rc	Rc	Rc	45 - 65 Rc	50 - 70 + Rc
	Cerâmicas	-	45 - 55 Rc	-	-	50 - 65 Rc	50 - 70 + Rc
	Carbonetos	-	-	-	55 - 72 Rc	-	-
Permeabilidade	Metais ferrosos	Alta	Média	Média	Insignificante	Média	Nenhuma
	Metais não-ferrosos	Alta	Média	Média	Insignificante	Média	Nenhuma
	Cerâmicas	-	Média	-	-	Baixa-média	Insignificante
	Carbonetos	-	Média	-	Insignificante	Baixa-média	Insignificante
Limitação de espessura do revestimento (mm)	Metais ferrosos	0,5 - 2	0,5 - 2	0,5 - 2,5	0,6 - 2,5	0,4 - 2,5	0,05 - 10 +
	Metais não-ferrosos	0,5 - 5	0,5 - 5	0,5 - 5	0,5 - 2,5	0,4 - 5	0,05 - 10 +
	-	-	0,4 - 0,8	-	-	0,4 - 5	0,05 - 5 +

Tabela 1: Comparação entre processo de revestimento por aspersão térmica (adaptado de Sulzer Metco)[3].

Quando comparados ao revestimento por cromo duro, as técnicas de aspersão térmica possuem um desempenho notadamente melhor.

Estudos comparativos entre o cromo duro e o carboneto de tungstênio aspergido por HVOF apontam que se comparadas a resistência ao desgaste abrasivo entre eles, existe um largo melhor desempenho das amostras revestidas com WC, com menor perda de peso do que o desgaste de espécimes de Cromo Duro. Isto pode ser atribuído à maior dureza e teor de óxidos existentes dentro do revestimento de carboneto de tungstênio. Revestimentos de alto teor de óxido são geralmente mais duro e mais resistente ao desgaste [4].

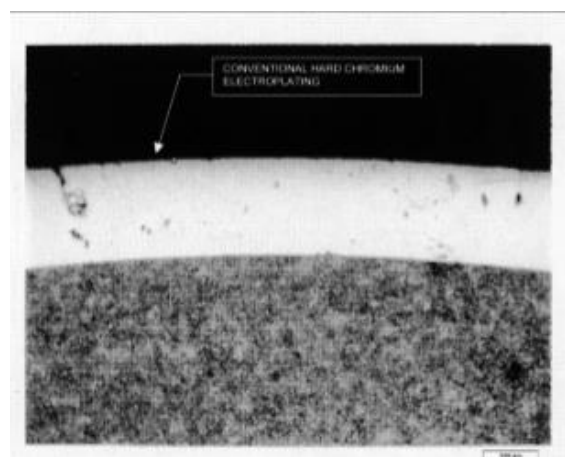


Figura 1: Revestimento de Cromo Duro. Aumento 100X

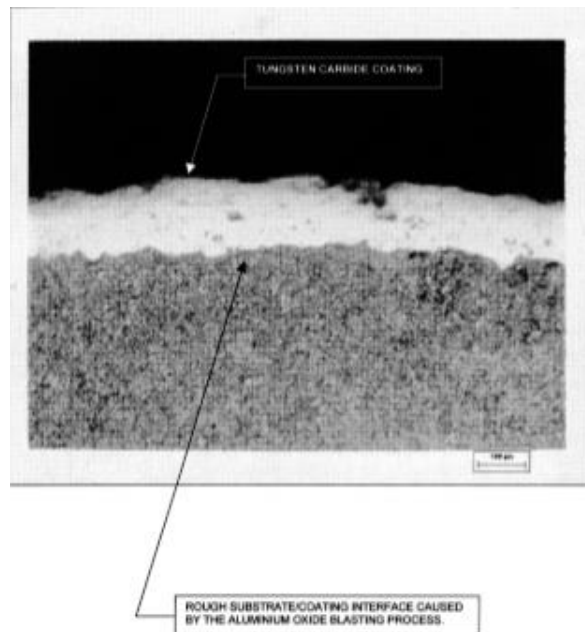


Figura 2: Revestimento de Carboneto de Tungstênio por HVOF. Aumento 100X.

Resultados de microdureza também comprovam a imensa superioridade de revestimentos por aspersão térmica em comparação ao revestimento de cromo duro, conforme tabela 2.

Microdureza HV Revestimentos	Superfície	Núcleo	Interface
Cromo Duro	897	906	912
Carboneto de Tungstênio (HVOF)	1070	1159	1354

Tabela 2: Ensaio de Microdureza com aplicação de 1N de força.

Conclusão

Portanto após análise de diversos fatores, podemos apontar as técnicas de aspersão térmica como um processo eficiente na produção de revestimentos contra o desgaste, com resultados amplamente superiores ao Cromo Duro.

Além da superioridade nas propriedades físico-químicas, um fator amplamente favorável ao processo de aspersão térmica é a baixa ou nenhuma poluição ambiental, fator este muito preocupante nos processos de eletrodeposição de Cromo Duro.

Por possuir diversos métodos, a aspersão térmica é uma técnica que oferece uma grande flexibilidade de processos, o que significa que para cada situação haverá um método adequado de aspersão para realizar o revestimento.

Referências

1. Bodger, B.E., McGrann, R.T.R. and Somerville, D.A. The evaluation of tungsten carbide thermal spray coatings as replacement for electrodeposited chrome plating on aircraft landing gear, *Plating & Surface Finishing*, september 1997, pp. 28-31.
2. Tyler, J.M., Automotive applications for chromium. *Metal Finishing*, october 1995, pp. 11-14.
3. Lima, C.C., Trevisan, R. *Aspersão Térmica: Fundamentos e Aplicações*. 2ª Edição, 2007, Artliber Editora, São Paulo.
4. Souza, R.C., Nascimento M.P., Voorwald H.J.C., Pigatin W.L. Carbeto de Tungstênio – uma alternativa ao cromo duro eletrodepositado. *Jornadas SAM 2000 - IV Colóquio Latinoamericano de Fractura y Fatiga*, Agosto de 2000, 575-582.