



SEMINÁRIO DE USINAGEM E SOLDA

25 de abril de 2001

Auditório do Centro de Controle das 09:30h às 17:00 h

Realização:

Divisão de Oficinas e Manutenção - IUO

Coordenação:

Seção de Oficinas - IUOO



Metalização: Desgaste X Segurança

Luiz Cláudio O Couto (1)

RESUMO

O processo de metalização ou aspersão térmica é desconhecido de grande parte do mercado industrial brasileiro. Assim sendo a Durotec Industrial Ltda. lança-se neste desafio de esclarecer alguns pontos básicos desta ciência, ou arte, de utilizar materiais com objetivos de solucionar problemas muitas vezes crônicos de corrosão, condutividade elétrica, isolamento elétrico, isolamento térmico, auto-lubrificação/redução de atrito e principalmente desgaste e abrasão com possibilidades de recuperação dimensional.

Uma breve descrição do processo, dos equipamentos mais utilizados, propriedades das camadas metalizadas, principais aplicações e rápida discussão sobre o papel da proteção contra desgaste e sua função na segurança transformam alguns destes itens em uma espécie de pequeno guia prático da utilização do processo de metalização no dia-a-dia do técnico industrial.

Palavras-chave: metalização, aspersão térmica, plasma, hipersônico, HVOF, corrosão, desgaste, segurança.

(1) Eng.Metalurgista (Engenharia de Desenvolvimento), Durotec Industria Ltda., S. Bernardo do Campo/SP - Fone: (0xx11) 4399-3300/Fax: (0xx11) 4399-3311 www.durotec.com.br

DEFINIÇÃO

A aspersão térmica mais comumente chamada de metalização é basicamente um processo onde o material fundido é projetado na forma pulverizada contra uma superfície metálica previamente preparada, formando uma camada microporosa, cuja espessura somada às características do material utilizado, é a maneira mais indicada para otimizar custos, aumentando assim a produtividade nos setores de produção e manutenção sem deixar de levar em conta a segurança dos operadores e dos processos.

O PROCESSO

Em aplicações chamadas técnicas como por exemplo recuperação dimensional e proteção contra desgaste a metalização convencional (gás e arco elétrico) depende da preparação da base, utilizando-se de uma câmara usinada em forma de rosca com profundidade de 0,2 a 0,3mm. e passo de 1,0 a 1,5mm.

Em seguida a superfície é pré-aquecida até no máximo 90°C para eliminar umidade e oleosidade remanescentes, jateada e então revestida por um material auto-ligante à base de aluminato de níquel, para quimicamente reforçar a ancoragem mecânica da camada a ser aplicada posteriormente.

Na sequência, o metal propriamente dito é aplicado em camadas, cuja espessura mínima após acabamento, situa-se em torno de 1,0mm. Já os processos à plasma e hipersônico (HVOF), utilizam-se de acabamento liso no fundo da câmara, seguido também de pré-aquecimento, jateamento e aplicação de auto-ligante, porém agora com deposição de finas camadas de materiais oxi-cerâmicos ou carbetos.

Quanto à metalização anti-corrosiva, é utilizado o pré-aquecimento e jateamento seguido de finas camadas de zinco ou alumínio, e quando necessária a selagem ainda com a superfície da camada aquecida, o que proporciona a vedação de sua porosidade.

EQUIPAMENTOS

Os equipamentos mais utilizados no processo de metalização são:

Chama a gás

Arco elétrico

Plasma

Hipersônico (HVOF)

Os equipamentos que utilizam chama a gás podem ser alimentados através de um arame que sofre combustão através de mistura de gases (oxigênio + acetileno ou oxigênio + propano), seguida de atomização e aceleração pela a injeção de ar comprimido. Metais ferrosos, não-ferrosos e algumas ligas metálicas podem ser aplicados por meio deste processo.

Os equipamentos de chama à gás podem ser alimentados também através de pó, sofrendo combustão pelos mesmos gases, porém a sua atomização e aceleração se processam através destes próprios gases. Os materiais aplicados são metais ferrosos, não-ferrosos, ligas metálicas, auto-fundentes e materiais oxi-cerâmicos (embora não seja este o equipamento mais indicado para sua aplicação).

Em ambos os casos as temperaturas atingidas nos equipamentos é de cerca de 2.800°C, porém não ultrapassam os 100°C na superfície onde o processo é utilizado, ou seja não causam deformação geométrica ou estrutural na maioria das peças e equipamentos mecânicos.

O equipamento a arco elétrico opera com 2 arames cujo arco formado entre ambos, gera uma diferença de potencial (18 a 40V) suficiente para fundir e superaquecer a temperaturas superiores a 3.000°C o metal, pulverizado e acelerado através do ar comprimido. Opera com metais ferrosos, não-ferrosos e ligas metálicas que possuam boa condutividade elétrica.

O equipamento à plasma atinge temperaturas de 12.000 a

16.000°C. Queima e acelera através de ionização do nitrogênio ou argônio as partículas da matéria-prima alimentada em forma de pó, que somadas à energia e velocidade obtidas através do gás secundário (hidrogênio ou hélio), lançam os materiais fundidos a velocidades próximas da velocidade do som. Os materiais aplicados são oxicerâmicos e carbetos (embora este último não seja o material mais indicado para este tipo de equipamento).

O equipamento hipersônico (HVOF-High Velocity Oxygen/Fuel Spraying) devido à sua geometria interna convergente/divergente e à queima (2.000 a 3.000°C) uniforme de gases (oxigênio + hidrogênio, oxigênio + propileno ou oxigênio + propano), gera velocidades superiores a 7 vezes a velocidade do som. Os pós utilizados são de carbetos, metais não-ferrosos, super-ligas e ligas especiais.

PROPRIEDADES DAS CAMADAS METALIZADAS

POROSIDADE

A porosidade é intrínseca ao processo de metalização, sendo mais evidente nos processos de chama a gás (15 a 20%), e quase inexistente no processo hipersônico (0,5 a 1,0%).

LAMELAS

As camadas obtidas pelo processo de aspersão térmica, caracterizam-se pela estrutura formada por uma mistura formada pelo partículas do material aplicado óxidos, e vazios, superpostos entre si em forma de lamelas. O conjunto é então chamado de camada lamelar.

PESO ESPECÍFICO

Quando comparados à porcentagem de peso em relação ao arame, as camadas metalizadas variam em função do material e processo utilizado.

Utilizando-se o processo a gás a partir de arame, podemos obter os seguintes dados comparativos:

<u>Material</u>	<u>Peso específico (kg/dm³)</u>	<u>%peso em relação ao arame</u>
Alumínio	2,41	94,1
Cobre	7,54	84,4
Zinco	6,36	89,0
Inox 18,8	6,93	88,9
Aço 0,8 C/Si	6,36	82,5

RUGOSIDADE

Devido ao processo de deposição de partículas, o aspecto da camada logo após a metalização é bastante grosseiro quando se utiliza o equipamento de chama a gás, sendo mais refinado no processo de chama a arco, mais acetinado quando se utiliza o equipamento a plasma e ainda mais fino como resultado da utilização do processo hipersônico.

Quando sofre acabamento, a camada metalizada pode atingir valores de rugosidade bastante baixos, em função do tipo de equipamento de aplicação, material utilizado, sua granulação (quando pó), tipo de máquina usada no acabamento (torno ou retífica), bem como ferramentas ou rebolos utilizados.

DUREZAS

A macro-dureza não é utilizada como medida em camadas metalizadas, porém utiliza-se esta denominação para a camada vista como um conjunto formado por partículas + óxidos + vazios.

A micro-dureza por sua vez, designa a dureza das partículas, ou seja aquela obtida através da têmpera provocada pela pulverização resultante do ar comprimido em contato com o material (processos a chama e arco elétrico), ou devido à características próprias dos materiais de alta dureza, tais como os oxi-cerâmicos (aplicados a plasma) e os carbeto (aplicados pelo processo hipersônico).

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

A preparação do metal-base em forma de rosca nos processos a gás e arco elétrico, somada à utilização de auto-ligante, garantem a resistência à tração das altas camadas metalizadas.

Os processos à gás, arco elétrico, plasma e hipersônico para pequenas camadas utilizam apenas uma superfície lisa posteriormente jateada, também somadas à ação de auto-ligantes. Tais providências são suficientes para manter as partículas agregadas à base.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

As camadas metalizadas possuem boa resistência à compressão quando o apoio sobre a mesma é distribuído de forma homogênea, ou seja, evitando-se contatos onde a carga seja concentrada em apenas um ponto ou linha (p.ex. rolamentos). Óbviamente materiais sensíveis à pressão como por exemplo a cerâmica devem ser evitados neste tipo de aplicação.

RESISTÊNCIA À CORROSÃO

Alumínio e zinco são os principais materiais utilizados para este objetivo. A proteção galvânica ocorre quando estes materiais são aplicados sobre superfícies de aço gerando pilhas que atraem para si toda a corrosão, transformando a camada num grande anodo de sacrifício.

Devido ao tipo de equipamento utilizado no processo de metalização, não há limites para o tamanho das peças a serem protegidas contra a corrosão, desde que os acessos sejam convenientes à sua utilização.

Resinas podem ser aplicadas às camadas metalizadas permitindo a selagem da porosidade implícita ao processo, principalmente quando em contato com líquidos ou gases a altas pressões.

RESISTÊNCIA AO DESGASTE

A metalização convencional (a gás e arco elétrico) produz partículas que sofrem choque térmico quando pulverizadas através de ar comprimido, sofrendo uma espécie de têmpera, o que faz com que a sua superfície sofra um aumento brusco de dureza.

Como resultado, esta superfície metalizada apresenta-se como uma ótima opção em operações onde o desgaste seja um fator crítico no processo.

A resistência ao desgaste por adesão exige camadas metalizadas de materiais como por exemplo o metal patente base estanho ou chumbo, bronze alumínio e molibdênio.

Tratando-se de uma camada micro-porosa o lubrificante retido nos poros retorna continuamente à superfície de contato metal x metal por capilaridade, como se tais porosidades fossem micro-bolsas de óleo.

Devemos lembrar que o molibdênio também possui uma interessante propriedade auto-lubrificante ativada pela reação do enxôfre contido no óleo lubrificante, gerando como sub-produto o bissulfeto de molibdênio, um dos produtos mais utilizados atualmente para redução de atrito entre componentes mecânicos metálicos.

Processos como aspersão térmica à plasma e hipersônica (HVOF) contam com materiais cujas características de dureza e resistência a desgaste são naturais e quando auxiliados pelos respectivos equipamentos proporcionar-lhes forma adequada e conferindo consistência sobre a superfície revestida.

Estes processos são ideais para aplicação de materiais em situações que exijam alta resistência ao desgaste por abrasão.

Materiais oxi-cerâmicos e carbetos cumprem bem este papel ao lado de materiais auto-fundentes aplicados através do processo de aspersão térmica convencional à chama com matéria-prima em forma de pó, embora seja o único entre os aqui apresentados que ocorre a altas temperaturas.

caldeamento da camada a cerca de 1.000°C, limita este revestimento a peças novas cujo sobremetal permite corrigir deformações ocorridas como resultado das altas temperaturas utilizadas.

Esta última família de materiais é também a mais indicada para aplicações onde busca-se evitar o desgaste por cavitação.

APLICAÇÕES

PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA

Estruturas metálicas, torres, plataformas marítimas, antenas parabólicas e de telefonia celular, postes, tanques, processadores, trocadores de calor, tubulações, ventiladores, embarcações, pontes, transformadores, comportas de usinas hidrelétricas, chaparias, escadas, passadiços, etc.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Barramentos

ISOLAMENTO ELÉTRICO

Isoladores

ISOLAMENTO TÉRMICO

Barreiras térmicas, ventaneiras, moldes, etc.

AUTO-LUBRIFICANTES

Eixos, barramentos, buchas, estampos, tambores, etc.

RECUPERAÇÃO DIMENSIONAL

Eixos, camisas, sedes de rolamento (eixo/carcaça), sedes de engrenagens, rotores, polias, cubos de engrenagens e de polias, pistões, barramentos, cilindros, etc.

PROTEÇÃO CONTRA DESGASTE/ABRASÃO

Facas, picadores de papel, misturadores, cilindros contra-faca (papel/borracha/plástico), placas e polias de desgaste, pás de turbinas e ventiladores, colos de carvão de eixos de turbinas a vapor, carcaças de bombas, roscas transportadoras, hastes de compressores, equipamentos de perfuração e prospecção de petróleo, bobinas de trefila, tambores de freio, camisas, pistões, cilindros hidráulicos, buchas de desgaste, estampos, eixos de retífica, sedes de vedação, passa-fios (têxtil), etc.

DESGASTE X SEGURANÇA

Elementos de máquina que sofrem desgaste, nem sempre são devidamente projetados para o máximo desempenho. Os mais diversos materiais podem ser utilizados na fabricação de peças ou na sua recuperação. Porém devido ao desconhecimento das potenciais vantagens do processo de metalização, muito se deixa a desejar em matéria de segurança e eficiência dos equipamentos.

Um vazamento de produtos tóxicos, poluentes ou uma simples mancha de óleo no piso da fábrica, podem causar diversos e sérios acidentes.

Riscos operacionais em relação a equipamentos que sofrem bruscas quebras por não ter sido efetivamente previsto um revestimento que pudesse evitá-las ou reduzir a sua gravidade até que houvesse tempo para as devidas providências, são bastante comuns.

Aumento da vida útil dos componentes de equipamentos cuja frequência de paradas seja reduzida, acarreta menos prejuízos e

CONCLUSÃO

O processo de metalização quando devidamente conhecido em todas as suas potencialidades, tende a mostrar-se como um grande aliado dos setores de Engenharia, Produção, Manutenção e Segurança dentro de qualquer tipo de indústria.

As alternativas proporcionadas pela diversidade de processos de aplicação e materiais, pode auxiliar de forma importante o aumento da produtividade das empresas, inclusive colaborando com a segurança de operadores, processos e equipamentos ampliando a sua vida útil.

BIBLIOGRAFIA

- Módulo Metalização (Aspersão Térmica-Metalização)
Programa de Cursos Modulares em Tecnologia da Soldagem
Eng. Norman Araujo Papst
ABS-Associação Brasileira de Soldagem-S.Paulo/SP
Catálogos e Manuais Sulzer Metco
Materiais Metálicos para Engenharia
Prof. Carlos Bottrel Coutinho
Fundação Christiano Ottoni
Escola de Engenharia UMG-B.Horizonte/MG-Brasil 1992
Thermal Spray Industrial Applications Conference Proceedings
Editors: Christopher C. Berndt
Sanjay Sampath
ASM-Boston-E.U.ª 1994
Conference Proceedings Thermal Spray Coatings Research, Design and Applications
Editors: Christopher C. Berndt
Thomas F. Bernecki
ASM International-Califórnia-E.U.A.june/1993
Anotações Particulares
Eng. Luiz Cláudio O Couto
Durotec Industrial Ltda.-S.Bernardo do Campo/SP-Brasil 2001