

INFLUÊNCIA DOS SUBSTRATOS NA RESISTÊNCIA CONTRA A CARBURIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS À BASE DE NÍQUEL PROCESSADOS POR PTA

Feliciano José Ricardo Cangue, fcangue@yahoo.com¹
Ramon Sigifredo Cortes Paredes, ramon@demec.ufpr.br²
Ana Sofia Clímaco Monteiro D'Oliveira, sofmat@ufpr.br³

^{1, 2, 3} Universidade Federal do Paraná, UFPR, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Politécnico, s/n - Bairro Jardim das Américas Caixa Postal 19011, CEP: 81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil,

Resumo: A pirólise de substâncias orgânicas submete os equipamentos às condições severas de operação: altas temperaturas, geralmente entre 600 a 1200°C, e atmosferas propícias à carburização. A carburização, que envolve o transporte do carbono até a superfície, precipitação, reação sobre a superfície e difusão do carbono no material, resulta na formação de carbonetos que levam à fragilização bem como à degradação das propriedades mecânicas. A deterioração dos componentes em serviço é responsável por elevados gastos de manutenção de componentes que operam nesses meios. A falta de uma fórmula exclusiva para deter problemas relacionados com a carburização e a erosão metálica tem levado pesquisadores a buscarem, constantemente, revestimentos que minimizem esses problemas. A técnica avançada de deposição do Plasma por Arco Transferido (PTA) está entre aquelas que vêm atraindo interesse de vários pesquisadores. Assim, o presente trabalho avaliou a resistência à carburização de revestimentos à base de níquel (Ni-Mo-Cr), como recebido e outro revestimento obtido através da modificação de revestimentos à base de níquel (NiMoCr) pela adição de 20%Al, em peso, com intuito de reforçá-la por intermetálicos desenvolvidos in situ. Os revestimentos foram depositados por Plasma por Arco Transferido (PTA), sobre três placas de substratos diferentes: Aço AISI 1020, AISI 1045 e AISI 304 e expostos à alta temperatura e ao processo de carburização em caixa, na presença do ativador (Na₂CO₃) à temperatura de 970°C durante 6h. A avaliação dos revestimentos incluiu a inspeção visual, avaliação da resistência quando expostas às altas temperaturas, a determinação de perfis da microdureza Vickers, avaliação dos efeitos sobre a microestrutura através da microscopia ótica. Os resultados revelam que os revestimentos à base de níquel, como recebido, quando processados sobre o aço AISI 1020 e AISI 304 são estáveis a essa temperatura. Entretanto, resistência à carburização variou de acordo com substrato utilizado. Por outro lado, os revestimentos modificados pela adição de alumínio tiveram desempenho superior contra a difusão do carbono quando processado sobre o aço AISI 1020.

Palavras-chave: Carburização, PTA

1. INTRODUÇÃO

A corrosão à alta temperatura é um dos principais problemas de deterioração de materiais que produz alterações prejudiciais e indesejáveis dos elementos estruturais nas indústrias de tratamento térmico, processamento mineral, metalúrgico, químico, petroquímico, nuclear, refinarias, etc. Entre os problemas de degradação à alta temperatura, destacam-se os modos de carburização Heuer et. al. (2007).

A carburização é um mecanismo de dano associado à precipitação, absorção e difusão do carbono para o interior da liga metálica, na presença de vapores de gases ricos em carbono. Ela ocorre no meio em que a atividade do carbono é menor que a unidade ($a_c < 1$) e, de modo geral, constitui um problema para componentes que operam em temperaturas elevadas (geralmente entre 600 à 1200 °C). A carburização é caracterizada pela formação de carbonetos internos (MC) na matriz metálica, bem como nos contornos de grãos que reduzem, grandemente, a ductilidade, fragilizam e podem levar ao aparecimento de trincas na liga (Grabke, 2004; Grabke, 2002).

A carburização é o principal fator limitante da vida útil das serpentinas de fornos de pirólise destinados à produção de etileno a partir do craqueamento térmico de hidrocarbonetos na presença de vapor, uma vez que a difusão do carbono na liga promove, portanto, mudanças deletérias na microestrutura que impede que resultados otimizados possam ser atingidos. A tecnologia moderna vem se direcionando para a busca de materiais suficientemente resistentes à difusão do

carbono, que trazem o aumento da resistência e da durabilidade de componentes e a melhoria da qualidade superficial dos materiais como, por exemplo, as ligas austeníticas PH (*Precipitation Hardening*) e outras ligas refratárias ricas em níquel e cromo. Nos últimos anos, a escolha de ligas resistentes à carburização tem recaído sobre ligas ricas em níquel e cromo. As ligas à base de níquel também têm sido sugeridas para aplicações a alta temperatura por melhorarem a resistência à carburização. Essa resistência deve-se, essencialmente, pela formação da camada protetora, composta de óxido de cromo e/ou alumínio, sobre sua superfície que contém o avanço da difusão do carbono. As superligas à base de níquel com alto teor de alumínio e cromo (Ni-Cr-Al) podem formar duas camadas diferentes de óxidos, sendo a Cr_2O_3 (ponto de fusão 2430 °C) a mais externa e a Al_2O_3 (ponto de fusão 2046 °C) a interna, que barram a difusão do carbono quando utilizadas em meios quimicamente agressivos (Chauhan, 2005; Carbucoat, 2004; Toh, 2002; Wang & Chen, 2004).

Por outro lado, as ligas de níquel podem ter suas propriedades de carburização melhoradas pelo endurecimento devido à formação de intermetálicos. Os intermetálicos, em particular, os aluminetos (Ni_xAl_y), combinam excelentes propriedades contra a corrosão e contra o desgaste. Além disso, a solubilidade do carbono nos intermetálicos Ni/Al é pequena (Grabke, 2002; Lang, 2004). Quando os intermetálicos são expostos ao meio carburizante, geralmente os átomos de carbonos se acumulam na vizinhança da interface de aluminetos (Wang et al., 2003).

Várias técnicas vêm atraindo engenheiros e pesquisadores para processar revestimentos resistentes contra o fenômeno de carburização das quais se destaca o PTA. Entre as vantagens de sua utilização pode-se citar: i) grande eficiência na utilização do material de adição na forma de pó; ii) rápido processamento de revestimentos em único passe para uma grande variedade de espessura; iii) maior facilidade para automatizar o que garante maior uniformidade entre revestimentos (Gatto et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da composição química do substrato sobre a resistência à carburização de revestimentos de uma liga de níquel e desta mesma liga de Ni reforçada por aluminetos. Pretende-se avaliar como os diferentes teores de carbono dos aços AISI 1020 e AISI 1045 afetam o desempenho dos revestimentos e qual o impacto da deposição sobre o aço inoxidável AISI 304 na resistência à carburização.

2. MATERIAIS E DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

A superliga comercial à base de níquel (Nistelle-C), da família Hastelloy C, utilizada na forma atomizada e outra modificada pela adição de 20% de Al, em peso, foi depositada utilizando-se um equipamento de PTA. A composição química do Nistelle-C encontra-se apresentada na Tab. (1). Os parâmetros de processamento adotados neste trabalho estão indicados na Tab. (2). Esses parâmetros de processamento foram mantidos constantes em todos os depósitos o que permite que diferentes composições de depósitos sejam comparadas.

Tabela 1. Composição química de Nistelle-C

	Ni	Mo	Cr	Fe	W	Co	C	Mn	P	S	Si
Ni-Mo-Cr	Bal	17	16.5	5.5	4.5	Max2	0.1	0.9	0.4	0.3	0.9

Fonte: STELLITE (2003).

Tabela 2. Parâmetros empregados no processo PTA

<i>Descrição</i>	<i>Valores</i>
Vazão do gás de plasma	2 l/min
Vazão de gás de proteção (Ar)	12 l/min
Vazão do gás de transporte	1 l/min
Variação da distância tocha-peça	7 mm
Intensidade de corrente	150 A
Velocidade de avanço	100 mm/min
Taxa de alimentação	Fixo em volume do pó

Substratos. Placas de aço carbono AISI 1020, aço inoxidável austenítico AISI 304, aço carbono AISI 1045 de dimensões 100x100x12,7 mm³, foram retiradas de barras laminadas sobre as quais foram depositados os revestimentos. As suas superfícies, antes de serem utilizadas, foram lixadas com uma esmerilhadora, para a retirada de eventuais graxas, óleos e demais resíduos oriundos dos processos de laminação, armazenagem e transporte. A composição química dos substratos é mostrada na Tab. (3.).

Tabela 3. composição química de substrato

	C	Fe	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	N
AISI1020	0,18 – 0,23	bal	0,3 – 0,6						
AISI304	Máx 0,08		Máx 2,00	Máx 0,045	Máx 0,030	Máx 0,75	8,00 - 10,50	18,00 - 20,00	Máx 0,10
AISI1045	0.43 - 0.50		0.60 - 0.90	max. 0.04	max. 0.05	0.15 - 0.35			

Fonte: EFUNDA (2008)

A diferença entre os substratos reside não só na microestrutura, mas também na composição química. O aço AISI 1020 possui microestrutura ferrítica, com o carbono como elemento de liga. O aço AISI 1045 é utilizado em muitas indústrias devido ao seu baixo custo; no estado recozido apresenta microestrutura composta de ferrita e perlita granulares. o aço AISI 304 possui estrutura austenítica ligado com carbono, cromo e níquel e o aço AISI1045, YAEDU et al, (2003).

2.2. Desenvolvimento experimental

A superliga à base de níquel, que se encontrava em forma atomizado, foi modificada pela da adição de pó de alumínio em porcentagens de 20%Al em peso em relação à liga. A granulometria do pó de alumínio, que foi misturado com a superliga, variou entre 90 a 150 μm , separado por peneiras. Os pós da superliga à base de níquel e de alumínio foram pesados na balança analítica, misturados e homogeneizados no misturador de pós durante 1 h, a uma rotação de 145rpm. Antes de ser depositada, a mistura de pós homogeneizados foi levada à mufla, onde permaneceu durante uma hora (1h), à temperatura de 110 °C. Tal procedimento teve como objetivo a retirada da umidade.

Os pós foram depositados por PTA, na forma de cordões, sobre o substrato de aço AISI 1020, sem pré-aquecimento. O equipamento utilizado para deposição dos revestimentos usou a técnica de PTA (Modelo Starweld 300 PTA Welding System). Esse equipamento permite a deposição automatizada de revestimentos dentro da faixa de intensidade de corrente de 40 a 300 ampères e sem oscilação da tocha. Na Figura 1, está mostrado o equipamento de deposição do PTA, instalado no Laboratório de Engenharia de Superfície da Universidade Federal do Paraná (UFPR).



Figura 1. Equipamento do PTA no Laboratório de Engenharia de Superfície da Universidade Federal do Paraná

Os cordões processados por PTA foram seccionados com o auxílio da cortadora metalográfica, no sentido transversal à deposição para a retirada de corpos de prova (CP) e levantou-se o perfil de dureza dessas superfícies, como mostra a Fig. (2).

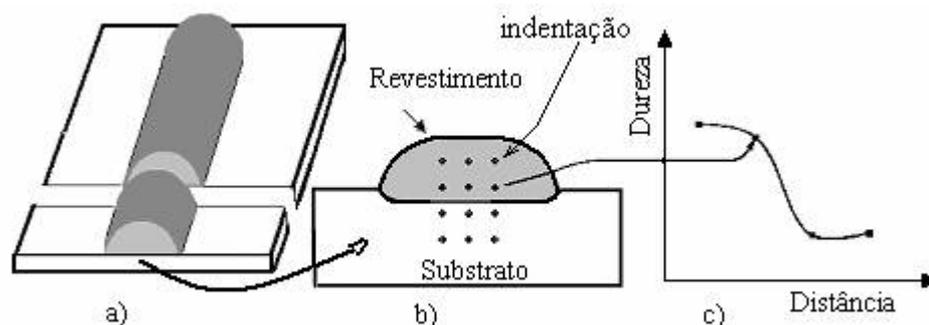


Figura 2. Sequência da retirada de corpo de prova para determinação da camada carburizada. a) cp como processado;

Antes do ensaio de carburização ou exposição à temperatura, foram lixadas, mecanicamente, em politriz, para eliminar as irregularidades superficiais que surgem durante o processo de corte, utilizando-se lixas de carboneto de silício, com grana que variou de 220 a 1200 mesh, garantindo assim a mesma condição em toda a superfície. Antes do ensaio de carburização, todos os corpos de prova foram antecedidos por uma etapa de oxidação (ao ar) que consistiu no aquecimento a uma taxa de 10 °C/min, até à temperatura de 400 °C, permanecendo nessa temperatura por 2 horas e resfriada ao ar,

Os ensaios de carburização, que determinam o comportamento das superligas processadas, a altas temperaturas, em ambiente carburizante, foram conduzidos em meio sólido (em caixa) – cementação em caixa durante 6 h. O teste de exposição à temperatura consistiu em colocar os corpos-de-prova a temperaturas de 970 °C, durante 6 h em forno de atmosfera não controlada, seguido do resfriamento ao ar.

3. RESULTADOS

Os revestimentos processados foram inspecionados visualmente e através do líquido penetrante VP-30. Revelaram boa qualidade superficial. Não apresentaram trincas ou porosidade superficial.

O formato da seção transversal dos cordões de revestimentos processados sobre o aço AISI 1020, AISI 304 e AISI 1045 como processados e modificados pela adição de 20% de alumínio está apresentado, respectivamente, nas Fig.3-(a)-(f).

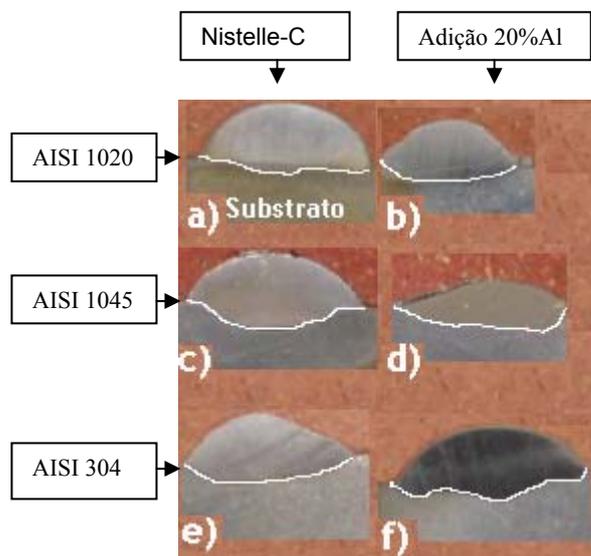


Figura 3. Formato de revestimentos processados sobre aço 1020 a) como processado, b) modificado pela adição de 20% Al; sobre o aço AISI 304 c) como processado, d) modificado pela adição de 20% Al; e) como processado, sobre aço AISI 1045; f) modificado pela adição de 20% Al

Observa-se que a adição do alumínio e o processamento e a variação do substrato modificam a molhabilidade dos depósitos. A adição do Al aumenta a molhabilidade assim como o processamento sobre aço inoxidável AISI 304, este último associado a sua baixa condutividade térmica.

3.1. Perfil de dureza

Os perfis de microdureza dos revestimentos processados foram analisados no microdurômetro de marca Wilson Tukon, com carga de 500gf. Inicialmente os corpos de prova foram analisados nas seguintes condições: Nistelle-C, a) como processado e b) modificado pela adição de 20% Al, sobre os três substratos. Os resultados dos perfis de microdureza são apresentados na Fig. (4).

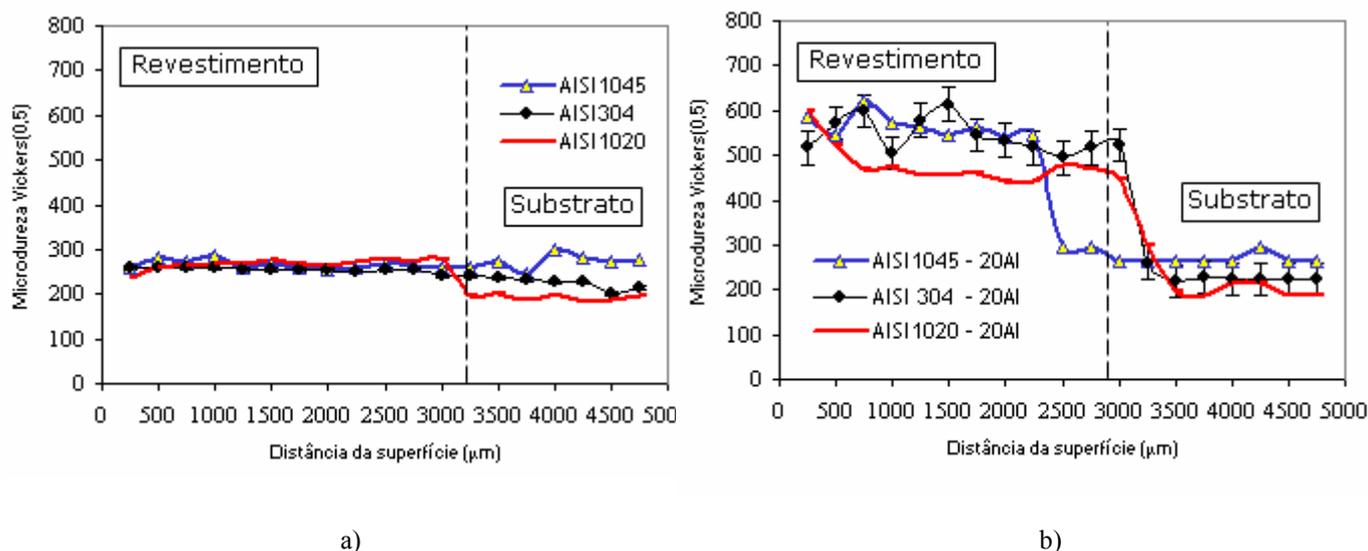


Figura 4: Perfis de microdurezas de revestimentos com recebido e modificado pela adição de 20%Al

Observa-se que, os perfis de microdureza da Fig. (4a), quando processado sobre os três substratos não apresentaram diferenças. Entretanto, essa tendência não se verificou com os revestimentos modificados pela adição de 20% Al (Fig. (4b)). O resultado mostra que os substratos com teor elevado de carbono apresentaram perfis de durezas elevadas. Os depósitos processados sobre o aço AISI 1045 e AISI 304 apresentam alguns picos de dureza o que denuncia a presença de fases intermetálicas em função da presença de alumínio como prevê a literatura (Almeida et al. 2004).

As microestruturas dos revestimentos processados foram analisadas no microscópio óptico. As microestruturas de revestimentos de Nistelle-C como processado sobre os três substratos são apresentadas na Fig. (5).

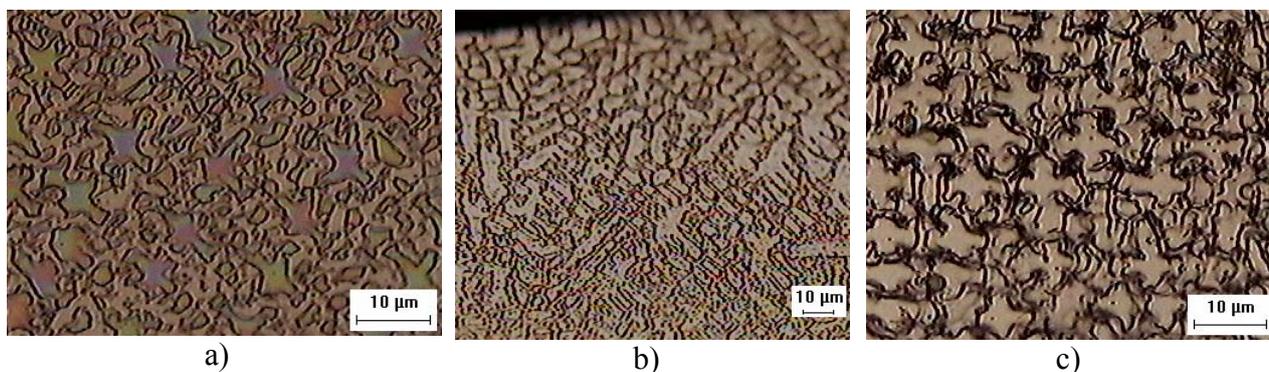


Figura 5. Microestruturas de Revestimentos de Nistelle-c: a) aço AISI 1020; b) sobre aço AISI 1045; c) sobre aço AISI 304.

A avaliação inicial da microestrutura, realizada com o auxílio de microscopia óptica, revela, em depósitos de liga original, uma estrutura dendrítica de solidificação com uma solução sólida rica em Ni, na região dendrítica (γ) e regiões interdendríticas ricas em elementos de liga como Cr, Mo e W.

As microestruturas de revestimentos de Nistelle-C e modificado pela adição de 20% Al sobre os três substratos são apresentadas na Fig. (6).

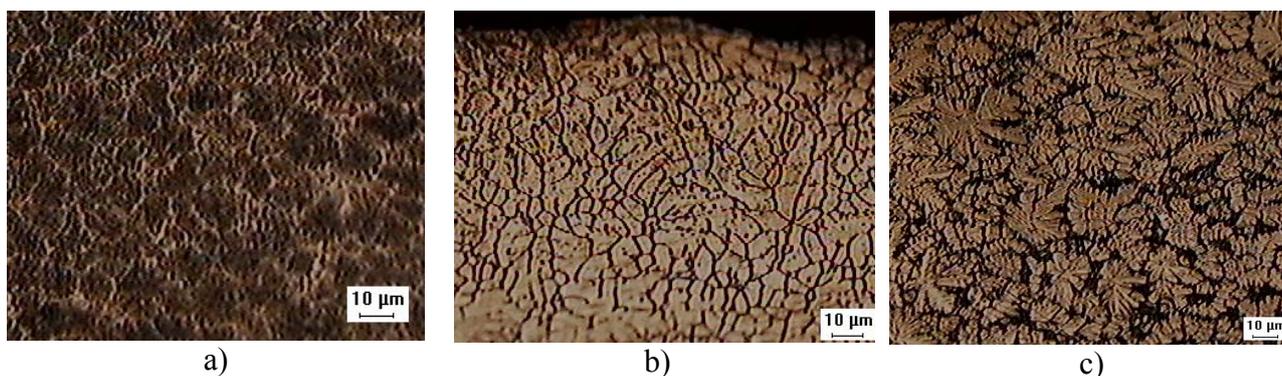


Figura 6. Microestruturas de Revestimentos de Nistelle-c modificados pela adição de 20%Al sobre: a) aço AISI 1020; b) sobre aço AISI 1045; c) sobre aço AISI 304.

A adição de Al até 20% Al (em peso) Fig. (6), provocou o aparecimento de novas fases (regiões escuras). Esta mudança pode estar associada à presença de reações exotérmicas, esperadas quando da formação de fases intermetálicas à base de Ni-Al que provocam um aumento de temperatura da poça de fusão, como já foi observado por Almeida et al. (2004).

3.2. Ensaio de Carburização

Os corpos de provas foram pesados antes (p_i) e depois (p_f) da carburização. O resultado está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Variação do peso em ensaios antes (P_i) e depois (P_f) do ensaio de carburização

	Nistelle-C			NistelleC+ 20%Al		
	P_i (g)	P_f (g)	Δp (g)	P_i (g)	P_f (g)	Δp (g)
AISI 1020	1,6098	1,6163	0,0065	1,9694	1,9699	0,0005
AISI 1045	1,5564	1,5581	0,0017	1,5778	1,5714	0,0053
AISI 304	2,1023	2,0964	0,0059	0,8136	0,8168	0,0032

O resultado mostra que em revestimentos de Nistelle-C a variação do peso, em gramas, foi superior em relação à verificada em revestimentos modificados pela adição de 20%Al. Essa tendência só não foi verificada em revestimentos processados sobre o aço AISI 1045.

As microestruturas dos revestimentos processados foram analisadas no microscópio ótico. Aspectos de revestimentos carburizados sobre aço AISI 304 a) é apresentada na Fig. (7)

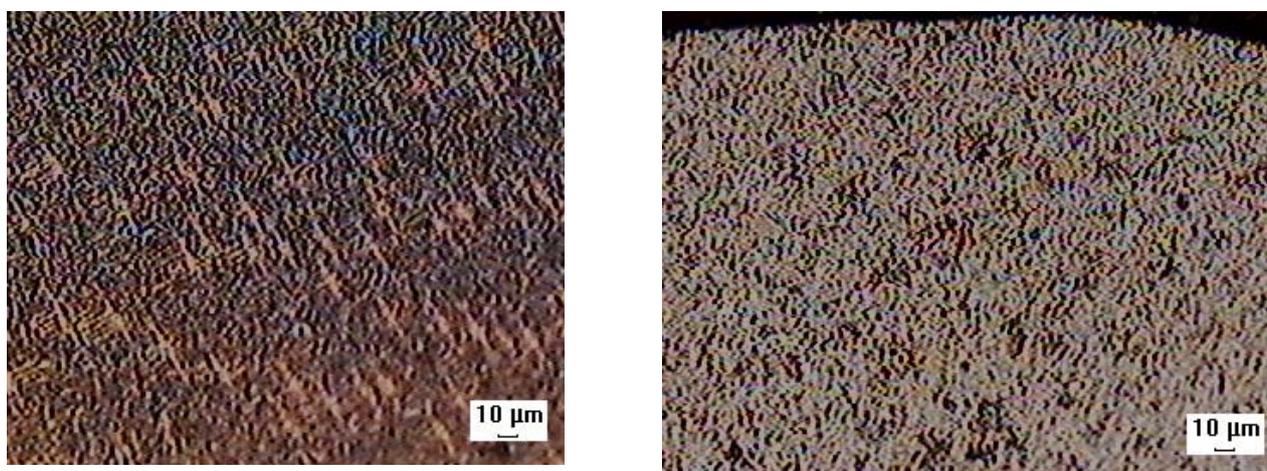


Figura 7. Microestruturas de Revestimentos carburizada sobre aço AISI 304; a) Nistelle-C como processado; b) Nistelle-C modificado pela adição de 20% Al;

Os revestimentos expostos ao ensaio de carburização, pelo método de cementação em caixa, à temperatura de 970°C, essencialmente, apresentaram novas fases dispersas, que foram identificadas como um carboneto complexo, como prevê Szakálos (2006) concluindo-se, assim, que estes revestimentos são permeáveis ao carbono, como conseqüente comprometimento de suas características. Por outro lado, a camada carburizada foi intensa junto à superfície externa do revestimento.

3.3. Avaliação de revestimentos processados sobre o aço AISI 1020

Revestimentos processados com a liga de níquel original e a modificada pela adição de 20% Al, processadas sobre o aço AISI 1020 foram avaliados nas seguintes condições:

- como depositado;
- exposta à temperatura (ET) de 970 °C, com objetivo de isolar o efeito da temperatura, durante o tempo de 6 h e resfriado ao ar.
- exposta ao ensaio de carburização à temperatura de 970 °C, durante o tempo de 6 h e resfriado ao ar.

Os resultados são apresentados na Fig (8).

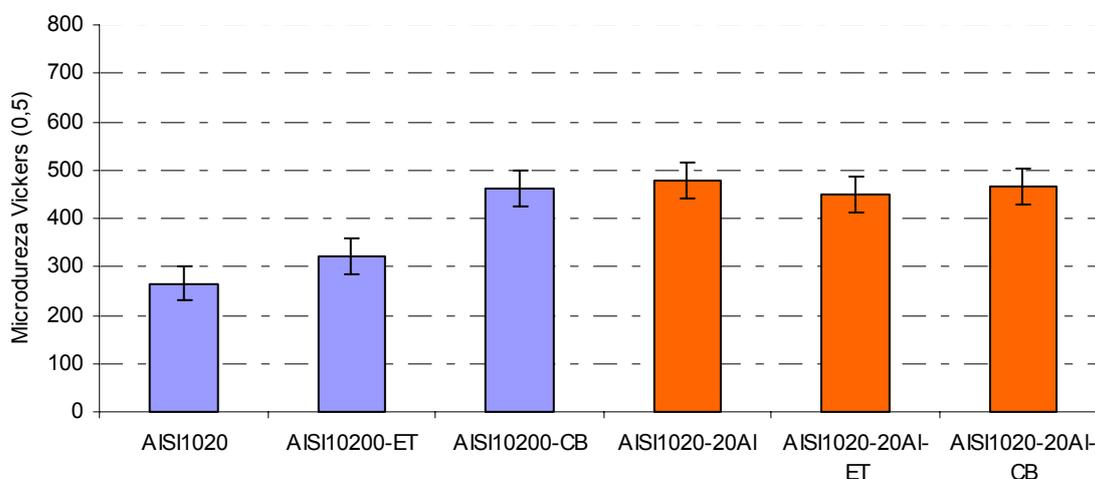


Figura 8. Análise do desempenho de revestimentos da liga original e modificada, processados sobre o aço AISI1020 avaliando o efeito da temperatura e carburização.

O resultado mostra que a liga original quando exposta à alta temperatura tem a sua dureza elevada em função de fases que se formam. Esse comportamento é característico de superligas em estudo. (D'Oliveira et al., 2004); No entanto, quando foi exposto ao meio carburizante a dureza é elevada. Atribui-se, assim, à contribuição do carbono.

A adição de 20% de alumínio elevou a dureza do revestimento como já foi verificado por Cangue et al (2005). Esse revestimento mostrou-se estável quando exposto à alta temperatura e quando exposto em atmosferas ricas em carbono. Essa resistência à carburização pode ser atribuída à formação de fases intermetálicas, como prevê a literatura (Almeida et al., 2004). Uma outra possibilidade é pelo fato de formação de dupla camada de óxido (Cr_2O_3 e Al_2O_3). (Szakálos, 2006).

3.4. Avaliação de depósitos sobre o aço AISI 1045

Revestimentos processados com a liga de níquel original e a modificada pela adição de 20% Al, processadas sobre o aço AISI 1045 foram avaliados nas mesmas condições anteriores e são apresentados na Fig. (9).

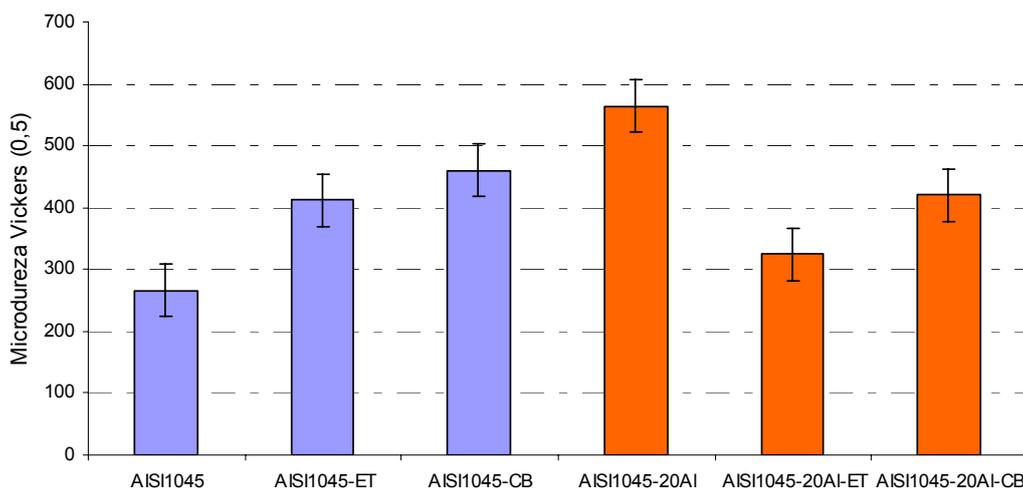


Figura 9. Análise do desempenho de revestimentos da liga original e modificada, processados sobre o aço AISI 1045 avaliando o efeito da temperatura e carburização.

Os revestimentos processados sobre o aço AISI 1045, tanto Nistelle-C quanto o modificado pela adição de 20% de Al não mostraram-se estáveis à alta temperatura e contra a carburização.

3.5. Aço AISI 304

Revestimentos processados com a liga de níquel original e a modificada pela adição de 20% Al, processadas sobre o aço AISI 304 foram avaliados nas mesmas condições anteriores e são apresentados na Fig. (10).

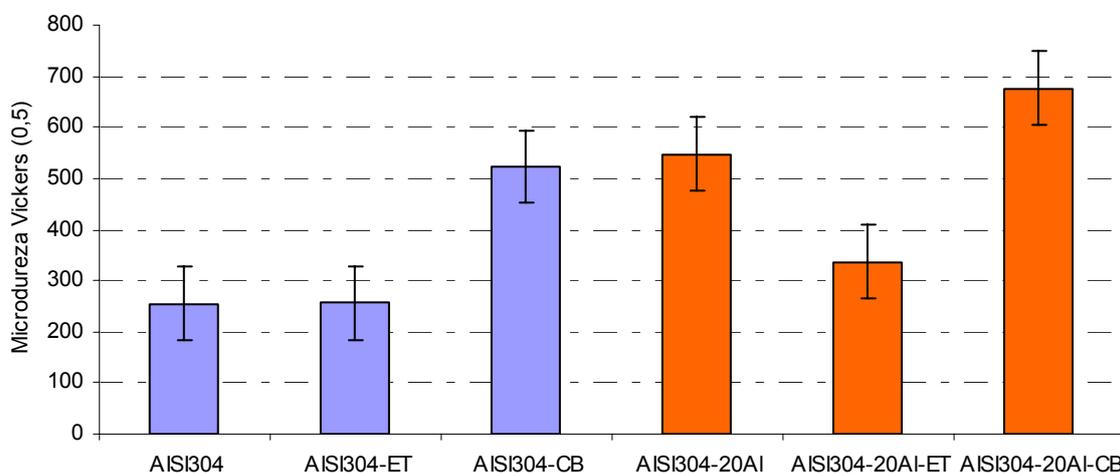


Figura 10. Análise do desempenho de revestimentos da liga original e modificada, processados sobre o aço AISI 304 avaliando o efeito da temperatura e carburização.

O Nistelle-C quando depositado sobre o aço AISI 304 e exposto à alta temperatura apresentou-se estável. Essa estabilidade não é verificada quando exposta ao ensaio de carburização. Nesse caso o perfil de dureza é elevado em relação ao revestimento como processado. Essa elevação pode ser atribuída à difusão do carbono na liga e, eventualmente, de alguma fase formada em função da elevação da temperaturas. O resultado mostra também que quando o Nistelle-C é modificado pela adição de 20% de Al e depositado sobre o aço AISI 304 não apresenta estabilidade à alta temperatura e não apresenta também a resistência à carburização, como foi verificado no revestimento de Nistelle-C.

4. CONCLUSÕES

Nas condições do ensaio, as conclusões do presente trabalho que avaliou a influência da composição química do substrato sobre a resistência à carburização de revestimentos processados por PTA são:

- Os revestimentos de Nistelle-C e os modificados pela adição de até 20% Al, em peso, revelaram uma boa qualidade superficial, sem presença de trincas ou porosidade superficial. Isso pode significar a que a não ocorreu a supersaturação da matriz γ e não produziu fases de baixa tenacidade. Assim, suportaram as diferenças de contração do substrato e dos cordões.
- A adição de alumínio no Nistelle-C e processado por PTA aumentou a dureza em todos os revestimentos processados. Isso se atribui à formação de fases intermetálicas.
- Os revestimentos de Nistelle-C não apresentaram resistência à carburização em nenhum dos revestimentos avaliados. No entanto, quando modificado pela adição de 20%Al, em revestimentos processados sobre o aço AISI 1020 apresentaram estabilidade à alta temperatura e resistência contra a carburização. A diferença desse comportamento pode ser atribuída à diferenças de composição química e, conseqüentemente, diferença de microestruturas.
- A composição química dos substratos não influenciou no perfil de microdureza de revestimentos do Nistelle-C. No entanto, essa tendência não foi verificada em revestimentos modificados pela adição de 20%Al o que sugere que diferentes teores de carbono afetaram o desempenho desses revestimentos modificados.
- Revestimentos processados sobre o aço AISI 304 não apresentaram estabilidade em ambiente fortemente carburizante.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Engenheiro Edson Hiromassa Takano pelo processado dos revestimentos.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.; D'OLIVEIRA, A.S.C.M.; Ni/Al intermetallics plasma transfered arc processing. Transactions of Materials and Heat treatment, v.25, n. 5, p. 948-951, oct., 2004.
- CANGUE, F.JR.; D'OLIVEIRA, A.S.C.M. Comportamento de Revestimentos Reforçados Por Intermetálico em Ambientes Carburizantes. In: Congresso Anual ABM, 60, 2005, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), 2005. 1 CDROM.
- CHAUHAN, Alok; MORAN, W. GE, S.; SI, W.; WHITE, H.J. 2005, Pulsed laser deposition of silicon carbide on heat resistant materials. Scripta Materialia 52, P. 735–738.
- D'OLIVEIRA, A.S.C.M.; GRAF, K.; 2004, The influence of high temperature exposure on the wear performance of a Ni based alloy PTA coating. Transactions of materials and heat treatment, v.25, n.5, p. 152-156.
- EFUNDA – Engineering Fundamentals. Disponível em:
http://128.242.106.218/materials/alloys/ally_home/steels.cfm. Acesso: 02 de Julho de 2008.
- GATTO, A.; BASSOLI, E.; FORNARI, M., 2004, Plasma Transferred Arc deposition of Powdered high performances alloys: process parameters optimization as a function of alloy and geometrical configuration. Surface&Coatings Technology, 187, p. 265-273.
- GRABKE, H.J.; Carburization, carbide formation, metal dusting, coking. Materiali in Tehnologue, 2002, 36, p. 297-305.
- GRABKE, H.J., 2004, Supersaturation of Iron with nitrogen, hydrogen or carbon and the consequences. MTAEC9, 38 (5), p. 211-221.
- HEUER, A.H. , F. ERNST, H. KAHN, A. AVISHAI, G.M. MICHAL, D.J. PITCHURE; R.E. RICKER., 2007, Interstitial defects in 316L austenitic stainless steel containing “colossal” carbon concentrations: An internal friction study. Scripta Materialia v. 56, Issue 12, p. 1067-1070.
- LANG, FENGQUN; YU, Zhiming; GEDEVANISHVILI, S.; DEEVI, S.C; NARITA, T.; 2004, Cyclic oxidation behaviour of Fe-40Al sheet. Intermetallics, 12, p. 451-458.
- SZAKÁLOS, P.; LUNDBERG, M.; PETTERSSON, R.; 2006, Metal dusting on an alumina forming Ni-base alloy. **Corrosion Science** 48, p. 1679-1695.
- YAEDU, ADRIANO EIDI, 2003, . Influência do Substrato na Deposição de Stellite Com Plasma de Arco Transferido Dissertação: Universidade Federal do Paraná, 70p.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

INFLUENCE OF SUBSTRATE ON THE RESISTANCE AGAINST THE CARBAUIZATION OF COATINGS NICKEL-BASED DEPOSITED BY PLASMA TRANSFERRED ARC PROCESS

Feliciano José Ricardo Cangue, fcangue@yahoo.com¹
Ramon Sigifredo Cortes Paredes, ramon@demec.ufpr.br¹
Ana Sofia Clímaco Monteiro D'Oliveira, sofmat@ufpr.br¹

¹Universidade Federal do Paraná, UFPR, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Politécnico, s/n - Bairro Jardim das Américas Caixa Postal 19011, CEP: 81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil,

Abstract. *The pyrolysis of organic substances exposes equipments to the severe operating conditions: high temperatures, usually between 600 to 1200°C, and carburizing atmosphere. Carburization involves the transport of carbon to the surface, reaction on the surface and diffusion of carbon into the material. It causes the formation of carbides that leads to the degradation of components. The lack of an exclusive formula to stop problems related to carburization has led researchers to seek for coatings that can protect components. This study evaluated the resistance to carburization of two Ni based coatings processed by Plasma Transferred Arc. An atomized Hastelloy C (NiCrMo) and a modification of this Ni based alloy with 20wt% Al were deposited on three different substrates: steel AISI 1020, AISI 1045 and AISI 304, respectively. Coatings were exposed to temperature in an air furnace and to pack carburizing at 970°C for 6h. Characterization of coatings included visual inspection, evaluation of temperature stability and carburizing resistance, by Vickers microhardness and microstructure analysis. Results showed that the chemical composition of the substrate steel has a significant role on the performance of coatings. The modification of the NiCrMo based alloy with Al resulted on coatings that exhibited a superior performance to carburizing.*

Keywords: Carburization, PTA