

PROTEÇÃO DE EIXOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS DAS REFINARIAS DE PETRÓLEO UTILIZANDO O PROCESSO PTA

Edson Hiromassa Takano, hiromassa@gmail.com¹
Ana Sofia C.M. D'Oliveira, sofmat@ufpr.br²

^{1,2} Universidade Federal do Paraná - UFPR, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Curitiba, Paraná, Brasil.

Resumo. As bombas centrífugas são utilizadas em unidades de refino de petróleo pela necessidade de transferir produto de um ponto para o outro, dando-lhe pressão e vazão. Entre outros aspectos cada bomba depende da pressão, vazão e das características do fluido. O eixo da bomba centrífuga é um dos componentes, dentre as quais, estão sujeitos ao desgaste abrasivo, e esta deterioração ocorre principalmente nos seus pontos de apoio (selos mecânicos e mancais). Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial da técnica Plasma por Arco Transferido (PTA) para a recuperação dos eixos das bombas centrífugas com a utilização da liga à base de cobalto. Além disso, avaliar a intensidade de corrente sobre as características dos revestimentos processados e a análise do desempenho ao desgaste abrasivo serão avaliados. O PTA tem características exclusivas que tornam o processo extremamente competitivo para aplicações de revestimentos, por apresentar características atrativas tanto do ponto de vista de processo como metalúrgico. Dentre as vantagens do processo de deposição podemos mencionar a baixa diluição, minimizar/eliminar a distorção do eixo, estrutura homogênea e refinada dos revestimentos. A utilização de material de adição em forma de pós oferece uma maior flexibilidade na seleção de material de aporte e, portanto, utilizou-se a liga a base de cobalto conhecida comercialmente como Stellite 1 e Stellite 6. As características dos revestimentos foram avaliadas através do acabamento superficial, determinação da diluição, dureza, análise da microestrutura e a verificação da resistência ao desgaste abrasivo. A relação da intensidade de corrente e a taxa de alimentação deve possuir um equilíbrio para não haver desperdício de pós. Além disso, a vazão do gás de transporte deve ser controlada para que não comprometa o escoamento dos pós. Maiores valores de dureza foram obtidos na liga Stellite 1 e o desempenho ao desgaste por deslizamento abrasivo nos revestimentos da liga Stellite 6 foi comprometida pelo aumento da corrente, comportamento que constatou com a estabilidade do desempenho dos revestimentos da liga Stellite 1.

Palavras-Chave: Plasma por Arco Transferido, PTA, Ligas de Co.

1. INTRODUÇÃO

As bombas centrífugas são utilizadas em refinarias de petróleo pela necessidade de transferir produto de um ponto a outro, dando-lhe pressão e vazão. Essas bombas operam na temperatura do fluido que podem atingir, aproximadamente, uma temperatura de 450 °C. A sua degradação é normalmente consequência da erosão, no entanto, o desgaste no eixo é decorrente da ação mecânica entre o selo mecânico e o eixo, por consequência, comprometendo a eficiência da bomba, Gaugle et al (2007).

A superfície dos componentes mecânicos, sujeito ao desgaste, tem sido prolongado através da aplicação de revestimentos metálicos. Podem-se aumentar a vida útil desses componentes com a seleção adequada de ligas comerciais que são especificadas como sendo resistente ao desgaste. Neste contexto, existe uma enorme variedade de materiais que podem ser utilizados como revestimentos, dentre os quais podemos mencionar as ligas à base de cobalto, que são conhecidas pela elevada resistência ao desgaste. Dentre as ligas comercialmente podemos citar duas ligas: Stellite 1 e Stellite 6.

A liga Stellite 6, sendo a liga mais utilizada, apresenta uma primorosa resistência a diversas formas de degradação, tanto química quanto mecânica. A liga Stellite 1 é uma liga composta de 2,45% de carbono e 13% de tungstênio em sua composição química, o que lhe confere elevada dureza e resistência à abrasão, que são formadores de grande quantidade de carbeto presente em sua matriz (ASM 1987; ASM, 2004). E, além disso, esta liga é considerada de difícil soldabilidade, pois é necessário realizar um pré-aquecimento no material de base ou substrato antes da deposição (Yaedu, 2005; Santos, 2003).

A seleção do processo de deposição é tão importante quanto à seleção do material de adição ou material de aporte, ou seja, depende de vários fatores, tais como: condições de operação, características do metal de base, geometria e dimensões da peça, relação custo/benefício do componente mecânico e o custo de processamento.

O processo à Plasma por Arco Transferido ou, em inglês, Plasma Transferred Arc (PTA), tem características exclusivas que tornam o processo extremamente atrativo para aplicações de revestimentos em relação aos outros processos de soldagem convencionais. O PTA utiliza material de adição na forma de pós, e aliada à elevada concentração de energia inerente ao processo resultam em revestimentos com baixa diluição, qualidade superficial elevada e menor tendência à distorção. Em relação a outros processos de soldagem convencionais, o PTA permite uma maior eficiência de deposição, alta confiabilidade e reprodutibilidade dos revestimentos.

O PTA é um processo a arco elétrico que utiliza um eletrodo não consumível de tungstênio ou liga de tungstênio confinado no interior da tocha, conforme a Fig. (1). O PTA pode ser considerado uma modificação do processo de soldagem TIG (Tungsten Inert Gas) ou GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), onde a coluna do arco elétrico, arco plasma, sofre uma constrição, resultante da passagem do arco através de um orifício de diâmetro reduzido localizado no bocal, normalmente de cobre e refrigerado a água (Bracarence, 2000; Santos, 2006). A deposição por PTA é um processo no qual um material em forma de pó, liga atomizada ou mistura de pós-elementares, é introduzido no arco plasma de elevada densidade de energia, onde é fundida, e este spray térmico ao atingir a poça fundida no substrato, forma um depósito denso e homogêneo, com excelente ligação metalúrgica com o metal de base. O processo utiliza com gás de plasma, proteção e transporte ou arraste o gás de argônio ou misturas de outros gases.

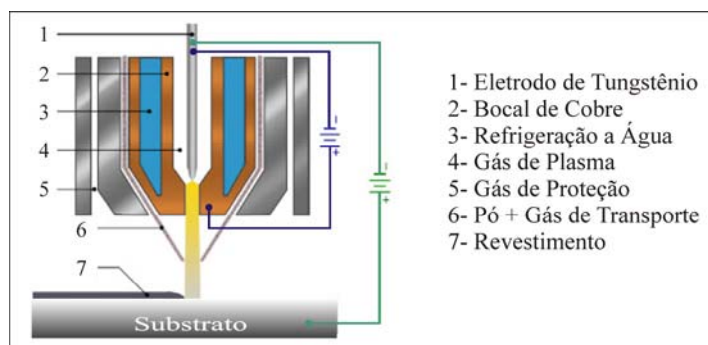


Figura 1. Desenho esquemático de uma tocha do PTA (adaptado de PTA and Weld Hardfacing).

2. OBJETIVO

Este trabalho visa avaliar o potencial da técnica PTA na recuperação de eixo de bomba centrífuga com a deposição de ligas à base de cobalto.

Além disso, avaliar a variação da intensidade de corrente sobre as características dos revestimentos processados e analisar o desempenho dos revestimentos na resistência ao desgaste abrasivo.

3. MATERIAIS, MÉTODOS E EQUIPAMENTOS

Os revestimentos foram processados utilizando-se o equipamento à Plasma por Arco Transferido, modelo STARWELD 300M Welding System produzido pela Deloro Stellite, instalado no Laboratório de Engenharia de Superfícies da Universidade Federal do Paraná, Fig. (2).



Figura 2. Equipamento - Plasma por Arco Transferido (PTA).

A tocha utilizada foi o modelo 200 produzida pela Deloro Stellite, a faixa de trabalho da intensidade de corrente está compreendida entre 50 A a 200 A. Sendo provida de um eletrodo de tungstênio não consumível com diâmetro de

1/8" confinada no interior da tocha e um bocal de cobre apresentando quatro orifícios de saídas de pós, conforme a Fig. (3).



Figura 3. Tocha do PTA e o bocal de cobre com quatro pequenos orifícios de saída de pós.

O eixo de aço ligado da bomba centrífuga, Fig (4), foi seccionada na transversal em regiões específicas para a preparação dos diferentes lotes de deposição. O revestimento foi depositado em torno de sua circunferência cilíndrica e antes da deposição realizou-se a limpeza da superfície para a retirada de sujeiras, óxidos e carepas.

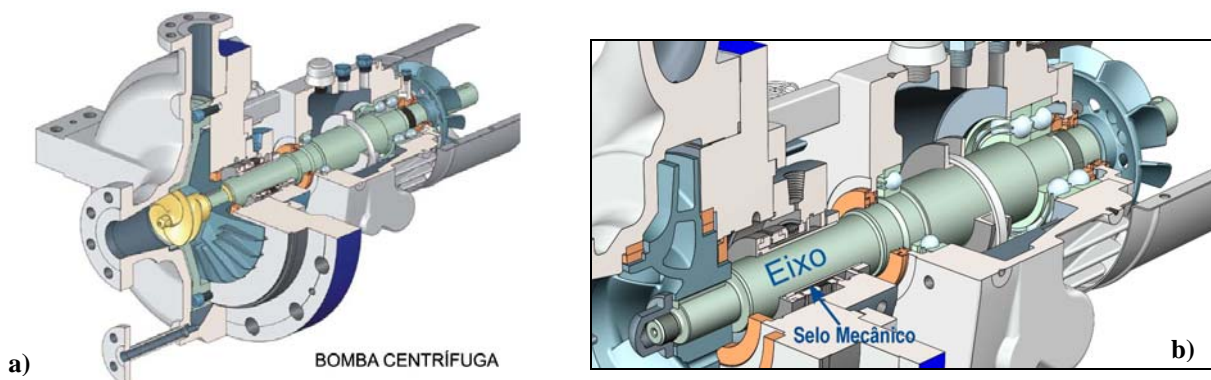


Figura 4. Representação esquemática da bomba centrífuga (adaptador de Cropper et al (2005)).

A determinação da composição química do eixo, Tab. (1), foi através do ensaio de Espectrometria de Emissão Óptica Simultânea por Centelhamento. O equipamento utilizado foi o modelo SPECTROLAB-LAX-X7 instalado na Robert Bosch Ltda.

Tabela 1. Composição química nominal do eixo em porcentagem (%).

	Fe	C	SI	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Eixo	Bal.	0,075	0,35	1,27	0,012	0,03	0,2	0,0335	0,15	0,019	0,285

Para o material de adição utilizou-se a liga atomizada à base de cobalto, conhecida comercialmente como Stellite 1 e Stellite 6, com granulometria entre 45 µm a 250 µm. Na Tabela 2, os valores da composição química nominal em porcentagem.

Tabela 2. Composição química nominal da liga Stellite 1 e Stellite 6.

Nome comercial	Composição nominal (porcentagem em peso)									
	Co	Ni	Fe	C	Cr	Mn	Mo	Si	W	
Stellite 1	Bal.	Máx 3,0	Máx 2,5	2,45	31,0	1,0	-	1,0	13,0	
Stellite 6	Bal.	Máx 3,0	Máx 3,0	1,2	28,0	1,0	-	1,1	4,5	

Os revestimentos foram processados utilizando-se duas variações de intensidades de corrente: 120 A e 150 A. Os demais parâmetros foram mantidos constantes, conforme Tab. (3).

Tabela 3. Parâmetros constantes do processo.

Parâmetros do processo	
Velocidade de Deposição (mm/min)	100
Vazão do gás de Proteção (L/min)	15
Vazão do gás de Plasma (L/min)	2
Vazão do gás de Transporte ou Arraste (L/min)	2,2
Distância Tocha-Peça (mm)	10

Antes da deposição, foi calculada a rotação ou velocidade angular ideal para a deposição dos revestimentos em componente cilíndrico. Tomando-se como base de referência a velocidade linear de 100 mm/min, utilizada na deposição de revestimentos em substrato plano, o valor calculado correspondente foi de 2 rpm, a rotação do eixo durante o processamento.

Para rotacionar o eixo foi empregado diversos equipamentos, nas quais, consistiam de uma placa de três castanhas acoplada a um motor de ½ CV, um inversor de frequência para controlar a rotação do motor e um relógio comparador para alinhar o eixo. A rotação do eixo foi calculada pela Eq. (1), onde: ω é a velocidade angular em rpm, V é a velocidade linear em mm/min e r é o raio do componente cilíndrico em mm.

$$\omega = \frac{V}{r} \quad (1)$$

A caracterização dos revestimentos incluiu a determinação da diluição, ou seja, a quantidade percentual de metal de base que se incorporou na composição química do revestimento. O cálculo foi realizado através da relação das áreas sobre a seção transversal dos revestimentos, conforme Eq. (2), onde: D é a diluição em porcentagem, A é a área do cordão de solda ou revestimento e B a área do metal de base fundido, conforme a Fig. (5-a).

$$D = \frac{B}{A + B} \times 100 \quad (2)$$

O perfil de dureza foi obtido pelo ensaio de microdureza Vickers, onde se utilizou um microdurômetro Vickers, modelo Hardness Tester Zwick 3212 fabricado pela Zwick com aplicação de uma carga de 0,3 kgf. As impressões de microdureza foram efetuadas ao longo da seção transversal dos revestimentos, Fig. (5-b).

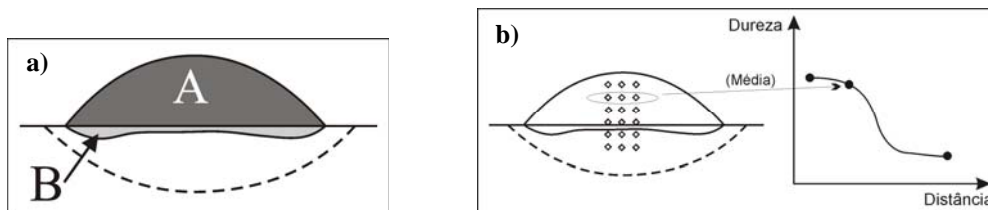


Figura 5. Representação esquemática do procedimento padrão de determinação da diluição e da dureza:
a) Relação das áreas para o cálculo da diluição. b) Perfil de microdureza.

As microestruturas foram analisadas a partir de um microscópio óptico, modelo BS51M fabricado pela Olympus e o contraste foi obtido mediante a um ataque químico eletrolítico com a utilização de uma solução de ácido oxálico.

A avaliação da resistência ao desgaste abrasivo foi realizado através do equipamento pino-sobre-lixas, que corresponde à avaliação da perda de massa dos revestimentos pela distância percorrida. Os testes foram conduzidos utilizando-se uma carga de 0,5 kgf, velocidade de rotação do disco de 1,5 m/s e lixas de carbetos de silício de 320 mesh aderidas ao disco. Os pinos foram confeccionados no formato de prisma quadrangular com aresta da base igual a 5 mm, nas quais, os revestimentos foram depositados em substratos planos e, cada pino, percorreu uma distância total de 1300 metros. A cada 250 m de distância percorrida, interrompeu-se o ensaio para a pesagem dos pinos e a substituição da pista de deslizamento, local referente à área de contato do pino sobre a lixa abrasiva.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os revestimentos foram depositados com o intuito de obter características ou propriedades iguais ou superiores ao eixo de aço ligado. Portanto, foram utilizadas ligas à base de cobalto, conhecida comercialmente como Stellite 1 e Stellite 6.

Para o processo de deposição, desenvolveu-se uma configuração onde se fixou o componente cilíndrico em um sistema com rotação constante, e a tocha do PTA posicionada na parte superior tangente ao eixo (posição plana de soldagem). O eixo foi seccionado na transversal em partes menores e acoplado a uma placa de três castanhas, e a distância tocha-peça mantida constante no valor de 100 mm, Fig. (6-a).

O posicionamento e o alinhamento do componente com a tocha são as etapas fundamentais, Fig. (6-b), pois caso a distância tocha-peça não seja mantida constante em torno da circunferência do eixo haverá uma oscilação desta relação e o revestimento não apresentará uma homogeneidade em todo o seu contorno. Isto resultará em diferentes níveis de penetração, diluição, dimensões do cordão (largura e reforço), características e propriedades mecânicas dos revestimentos, e conseqüentemente comprometendo o revestimento.

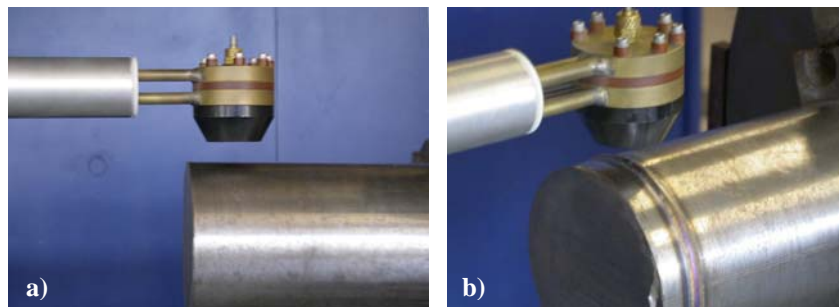


Figura 6. Posicionamento e alinhamento da tocha do PTA:
a) Mantendo a distância tocha-peça constante. b) Alinhamento da tocha com o substrato.

A velocidade de rotação do eixo deve ser controlada, pois quanto menor a rotação maior é o tempo de a poça líquida permanecer no estado fundido e, conseqüentemente, o material líquido tenderá a escorrer. O inverso, com altas rotações, o cordão tenderá ter uma largura muito fina ou, até mesmo, a não aderência do revestimento no componente. A escolha inadequada dos três parâmetros mencionados: posicionamento, alinhamento e velocidade de rotação causarão diversos defeitos durante o processamento dos revestimentos, conforme a Fig. (7). Por conseqüência, tratando-se de um componente de alta precisão dimensional, podendo ocasionar a perda do componente.



Figura 7. Conseqüência da escolha inadequada dos parâmetros de processamento.

O cálculo da velocidade angular do componente foi correlacionado com a velocidade de avanço linear da tocha quando se deposita em substratos planos, portanto utilizando a Eq. (2) a rotação do eixo foi de 2 rpm.

O maior desafio estava associado a sua geometria, corpo cilíndrico, visto que as tensões trativas geradas durante o processamento são muito maiores comparados com os substratos planos (ASM, 1993).

A intensidade de corrente é um parâmetro a ser controlado, pois influencia na qualidade superficial dos revestimentos. Este parâmetro é de extrema importância e deve-se encontrar um equilíbrio com os demais parâmetros de processamento, pois quando se utiliza uma corrente muito baixa e, por conseqüência, a taxa de alimentação do pó for maior do que a capacidade do arco plasma em fundir o volume de pó injetado, acarretará num desperdício do material de adição.

Na Figura 8, os revestimentos estão organizado conforme a intensidade de corrente (120 A e 150 A) em função da composição química (Stellite 1 e Stellite 6). Verificou-se que os cordões não apresentaram trincas ou poros superficiais, mas há resquício de pó fundido na margem do revestimento, isto é em função da configuração da tocha por apresentar quatro orifícios de saída de pós. Por apresentar está configuração devemos controlar os parâmetros da relação: taxa de alimentação e a vazão do gás de transporte. A tocha do PTA, modelo 200, possui aproximadamente 500 mm de comprimento e por esta razão haverá uma pequena perda de carga, dificultando o escoamento do pó entre o reservatório e a injeção do pó no arco plasma. Portanto a relação, taxa de alimentação e a vazão do gás de transporte, devem ser controladas para não haver desperdício de pós e comprometer o escoamento durante o processamento. Pois o intuito é de revestir o eixo com a máxima eficiência e ao mesmo tempo obter um reforço expressivo.

O processo PTA proporciona excelente união metalúrgica, revestimentos homogêneos e densos. Isto foi confirmado uma vez que o material de base não apresentou problemas de soldabilidade tanto para a liga Stellite 1 quanto para o Stellite 6, portanto não houve a necessidade de um pré-aquecimento do componente antes da deposição.

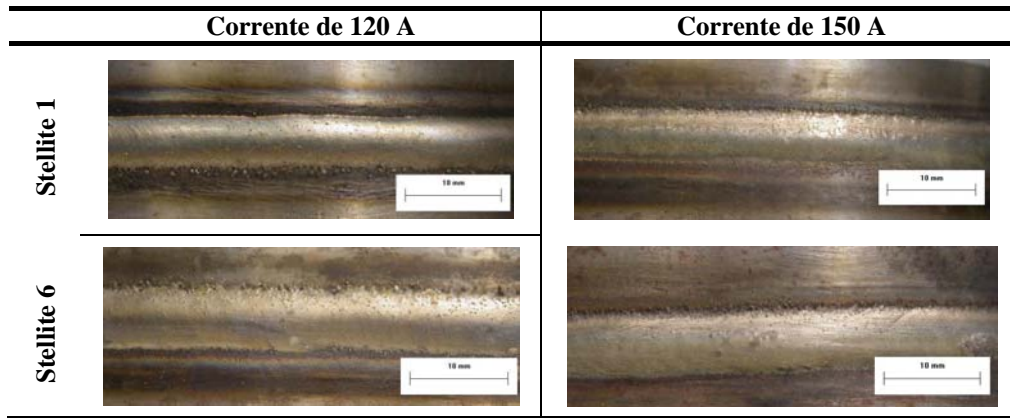


Figura 8. Análise superficial dos cordões com intensidade de corrente de 120 A e 150 A.

A avaliação do efeito da intensidade de corrente sobre a porcentagem de diluição são uns dos fatores que deve ser levados em consideração na avaliação de um revestimento. Por essa razão, quanto maior a diluição maior a alteração das propriedades do revestimento em relação ao material de aporte especificado. Os resultados mostraram que os níveis de diluição são determinados principalmente pela intensidade de corrente para cada liga testada, seguindo previsões da literatura (Yaedu, 2005; Santos 2006), Fig. (9).

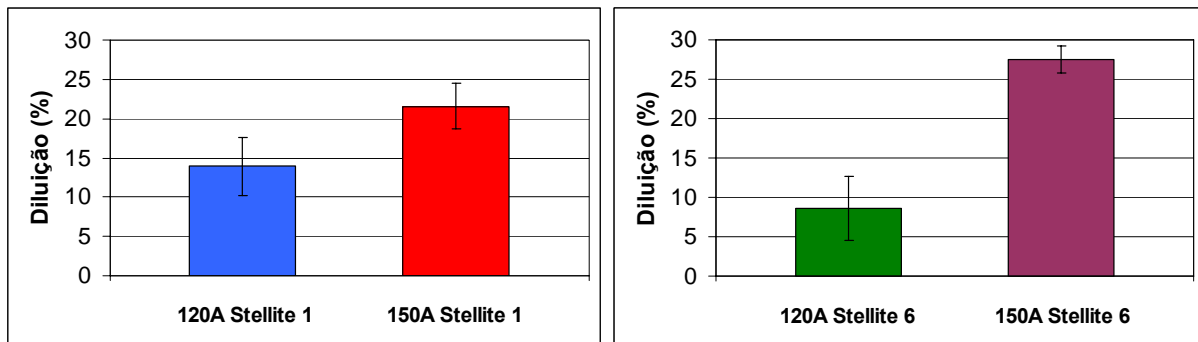


Figura 9. Variação da porcentagem de diluição.

O perfil de microdureza identifica a dureza do revestimento ao longo da secção transversal do cordão depositado e possibilita uma avaliação preliminar das propriedades desse revestimento. Pode-se comparar a influência dos parâmetros de processamento em função dos valores de dureza obtidos.

Na Figura 10, verifica-se que para cada liga distinta, os valores de maior dureza foram adquiridos nos revestimentos que apresentaram menor diluição, seguindo previsões da literatura, (Yaedu, 2002). Portanto os valores de durezas dos revestimentos acompanham as tendências observadas na diluição, maiores níveis de diluição resultam nas menores durezas.

Nos perfis de microdureza, os maiores valores de dureza apresentaram-se para a liga Stellite 1, isto é, devido a grande quantidade de carbeto presentes na matriz, pelas quais são causada pela elevada porcentagem de carbono em sua composição química, ASM et al. (1987).

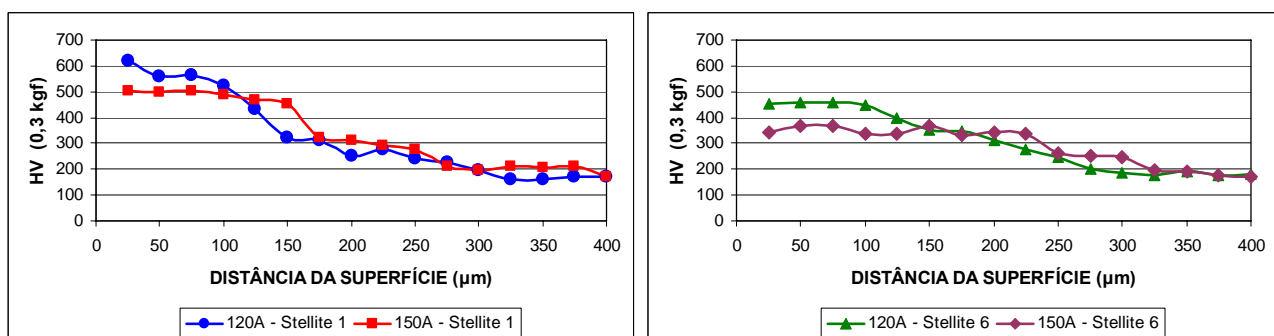


Figura 10. Perfil de microdureza das ligas Stellite 1 e Stellite 6 processadas com correntes de 120 A e 150 A.

As microestruturas dos revestimentos dependem de uma série de variáveis, tais como os parâmetros de processamento, natureza do material de aporte, material de base, diluição e a velocidade de solidificação, (Yaedu, 2003).

Os parâmetros de processamento e o material de base afetam as características microestruturais, tais como, refino de estrutura e a distribuição de fases. A intensidade de corrente é um dos parâmetros a serem controlados, pois influencia na qualidade superficial dos revestimentos, e quanto maior o aporte térmico maiores será a ocorrência de distorção do componente.

É importante mencionar que as duas ligas resultaram em estruturas hipoeutética, com estrutura de solidificação dendríticas de uma solução sólida rica em cobalto, rodeada pelo eutético interdendrítico. Na Figura 11, observa-se uma estrutura mais refinada, tanto para a liga Stellite 1 quanto para a liga Stellite 6, quando se utilizou a intensidade de corrente de 120 A. Este refinamento são atribuídas pelas maiores taxas de resfriamento durante a solidificação, pois quanto maior o aporte térmico maior a tendência de a estrutura ser mais grosseira.

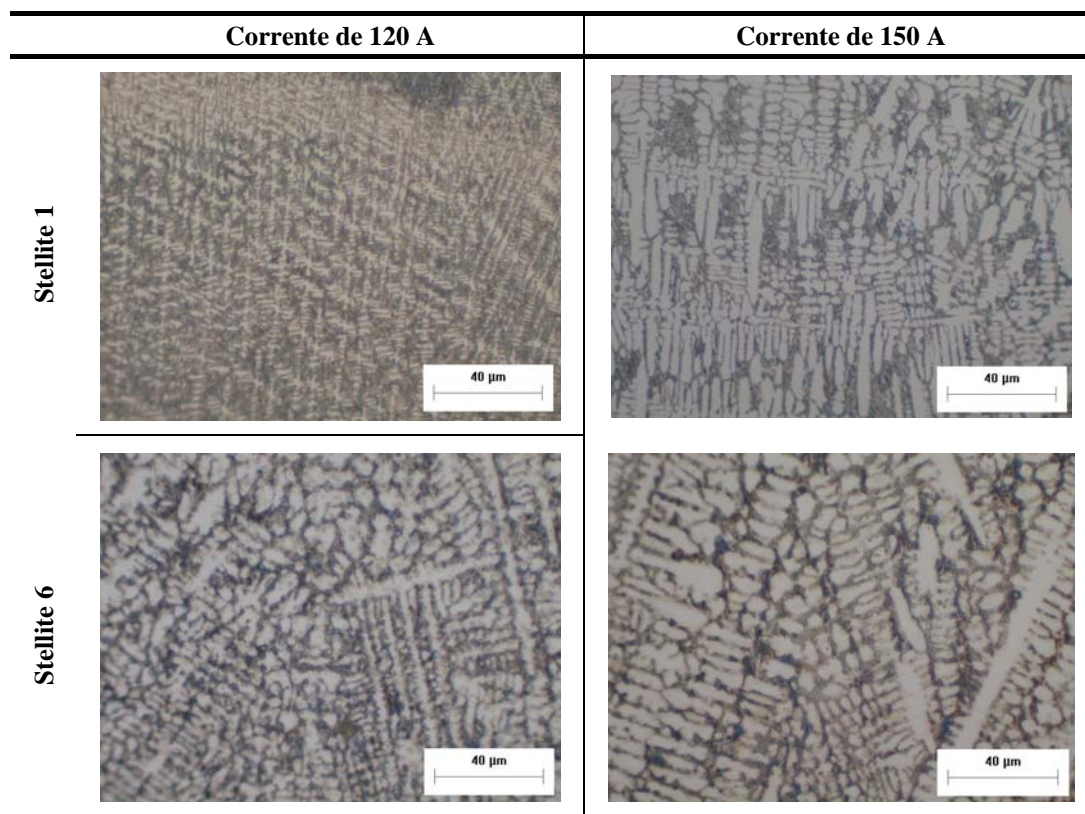


Figura 11. Microestrutura da liga Stellite 1 e Stellite 6.

A avaliação da resistência ao desgaste abrasivo dos revestimentos foi realizada através do ensaio pino-sobre-lixo. O conceito desta análise aplica-se na medição da variação da perda de massa dos revestimentos em função da distância percorrida, nas quais, o revestimento que obteve a menor perda de massa é representado como sendo o de maior resistência ao desgaste e o inverso a de menor resistência ao desgaste.

Para o ensaio, foram utilizados pinos no formato de prisma quadrangular com aresta da base igual a 5 mm. Os pinos foram mantidos estacionários e aplicou-se uma carga de 0,5 kgf enquanto o disco girava a uma velocidade constante e sob este disco foi fixada uma lixa de carbetto de silício de granulometria de 320 mesh. A cada 250 m da distância percorrida, foi medida a perda de massa do pino através de uma balança de precisão, e no total foi percorrida uma distância de 1.250 metros.

Na Figura 12, os resultados mostraram que os depósitos processados com a liga Stellite 1 apresentaram um desempenho ao desgaste que não foi influenciado pela intensidade de corrente e conseqüente dureza dos revestimentos. Comportamento distinto daquele exibido pelos revestimentos processados com a liga Stellite 6, que exibiram uma maior perda de massa quando processados com a corrente de 150 A, ao qual resultou em elevadas diluições e comprometimento da sua dureza.

Resultados mostraram que é possível a recuperação dos eixos de bombas, em particular das regiões mais solicitadas ao desgaste pela deposição por PTA, recomendando-se o processamento com a liga Stellite 1.

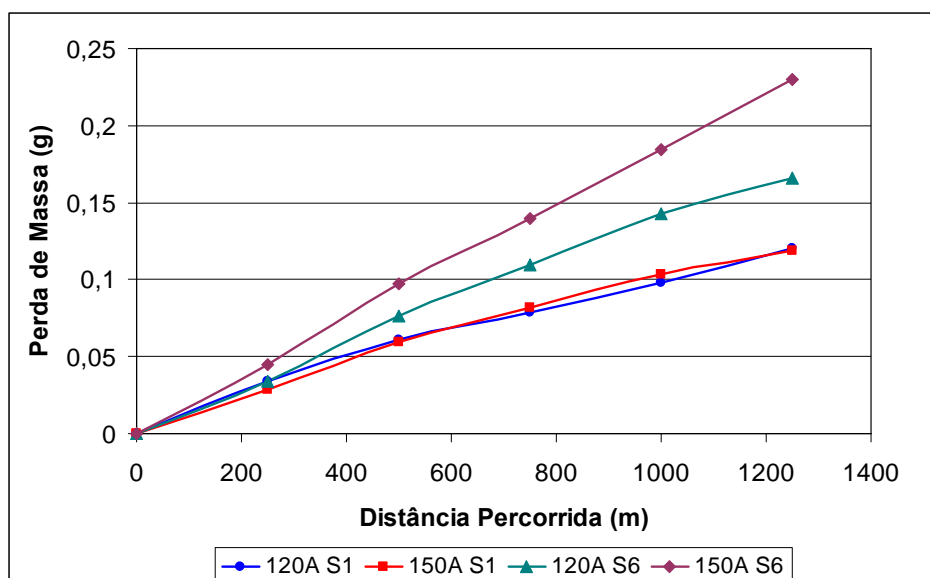


Figura 12. Resultado do ensaio de desgaste abrasivo pela perda de massa em função da distância percorrida.

5. CONCLUSÕES

Para as condições de teste utilizadas neste trabalho foi possível concluir:

- O processamento de ligas à base de cobalto, em particular o Stellite 1 e o Stellite, são possíveis pelo processo PTA sobre eixos de bombas centrífugas de diâmetro de 90 mm;
- Os parâmetros de processamento afetam as características dos revestimentos em particular sua diluição, microestrutura e em consequência a microdureza;
- A relação intensidade de corrente e taxa de alimentação deve haver um equilíbrio para que não haja desperdício de pós.
- A vazão do gás de transporte deve ser controlada para não comprometer o escoamento de pós durante a deposição;
- Maiores valores de dureza foram obtidos na liga Stellite 1, que se deve a grande quantidade de carbeto presentes na matriz;
- O desempenho ao desgaste por deslizamento abrasivo dos revestimentos da liga Stellite 6 foi comprometido pelo aumento da intensidade de corrente, comportamento que constatou com a estabilidade do desempenho dos revestimentos da liga Stellite 1 para as duas intensidades de corrente avaliadas.

6. AGRADECIMENTOS

- Ao colega Daniel Vaz pela realização do ensaio de desgaste.
- A colega Alba Turin da Roberto Boch Ltda.
- Ao Grupo de Engenharia de Superfície - UFPR;
- Universidade Federal do Paraná;
- Prh24 - Programa Interdisciplinar em Engenharia de Petróleo e Gás Natural - UFPR;
- Sulzer Pumps do Brasil.

7. REFERÊNCIAS

- Alloy Database, Deloro Stellite . Disponível em <www.stellite.com> Acesso em: Maio de 2008.
- ASM Metal Handbook Vol. 2, 1987, "Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Material", 9th Edition.
- ASM Metal Handbook Vol. 6, 1993, "Welding, Brazing and Soldering".
- ASM Metal Handbook Vol. 9, 2004, "Metallography and Microstructures 2004".
- ASM Metal Handbook Vol. 9, 1987, "Metallography and Microstructures", 9th Edition.
- Bond, D., D'Oliveira, A.S.C.M., 2007, "Otimização de Revestimentos para Proteção de Equipamentos", In: 4º DPETRO, Campinas, São Paulo.
- Bracarense A.Q., 2000, "Soldagem a Plasma – PAW", Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Chiaveni V., 1979, "Aços e Ferros Fundidos", Associação Brasileira de Metais, 4ª Edição, São Paulo, São Paulo.
- Cropper, M., Dupont, P., Parker, J., 2005, "A New Concept for Pumping in the Hydrocarbon Processing Industry: Low Flow—High Head", Sulzer Technical Review.

- D'Oliveira, A.S.C.M., Vilar, R., Feder, C.G., 2002, "High Temperature Behaviour of Plasma Transferred Arc and Laser Co-Based Alloy Coatings", Applied Surface Science, 154–160.
- Gauggle, W., Johnson, B., 2007, "Importance of Surface for Wear Parts in Pumps – The Quality of the Surface", Sulzer Technical Review.
- Gimenes, L. Jr., Joaquim R., 2002, "Processo de Soldagem Plasma", São Paulo, São Paulo.
- Hawk, J. A., Wilson, R. D., Tyleczak, J. H., Dogan, Ö. N., 1999, "Laboratory Abrasive Wear Tests: Investigation of Test Methods and Alloy Correlation", Wear Abrasive.
- Hou, Q.Y., Gao, J.S., Zhou, F., 2005, "Microstructure and Wear Characteristics of Cobalt-Based Alloy Deposited by Plasma Transferred Arc Weld Surfacing", Surface & Coatings Technology.
- Kou, S., 1987, "Welding Metallurgy", Ed. John Wiley & Sons, EUA.
- Meuter, P., 2001, "Protecting Pumps Against Abrasive Wear", Sulzer Technical Review.
- PTA and Weld Hardfacing. Disponível em <http://www.sulzermetco.com/en/desktopdefault.aspx/tabid-1947//3534_read-5399> Acesso em: Maio de 2008.
- Rabinowicz, E., 1995, "Friction and Wear of Materials", 2º Ed. John Wiley & Sons, New York.
- Santos, R. L. C., Paredes, R. S. C., D'Oliveira, A. S. C. M., 2003, "Otimização da Deposição de Revestimentos de Cobalto com Alto Teor de Carbono", 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás, Rio de Janeiro - RJ.
- Santos, R.L.C., Paredes, R. S. C., D'Oliveira, A. S. C. M., 2006, "Pulsed Current Plasma Transferred Arc Hardfacing", Journal of Materials Processing Technology, p.167–174.
- Takeyama, R.R., D'Oliveira, A.S.C.M., 2004, "Aumento da Resistência de Revestimentos de Co Pela Adição de Carbonetos de Tungstênio", in: CBCIMAT.
- Vergara V.M.D., 2005, "Estudo e Desenvolvimento do Processo de Soldagem Plasma de Arco Transferido Alimentado Com Pó (PTAP) e Concepção do Equipamento", Tese de Doutorado, Centro Tecnológico da UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.
- Wainer E., Brandi S.D., Mello F.D.H., 1992, "Soldagem: Processos e Metalurgia", Editora Edgard Blucher Ltda.
- Yaedu, A. E., 2003, "Influência do Substrato na Deposição de Stellite 1 com Plasma de Arco Transferido", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Yaedu, A. E., Silva P.S.C.P., D'Oliveira A.S.C.M., 2002, "Influence of Dilution on Microstructure and Mechanical Properties of a Cobalt-Based Alloy Deposited By Plasma Transferred Arc Welding", International Conference on Advanced Materials, Their Processes and Applications, Muchen.
- Yaedu, A. E., D'Oliveira, A. S. C. M., 2005, "Co Based Alloy PTA Hardfacing with Different Dilution Levels", Materials Science and Technology, United Kingdom, v. 21, n. 4, p. 459-466.
- Zhum Gahr, K.H., 1987, "Microstructure and Wear of Materials", Elsevier Science Publishers B.V.

8. DIREITOS AUTORAIS

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

PROTECTION OF SHAFT OF THE CENTRIFUGAL PUMPS OF THE OIL REFINERIES USING PROCESS PTA

Edson Hiromassa Takano¹
Ana Sofia C.M. D'Oliveira²

^{1, 2} Federal University of Paraná, Sector of Technology, Department of Engineering Mechanics, Curitiba, Paraná, Brazil, hiromassa@gmail.com¹, sofmat@ufpr.br²

Abstract. *The centrifugal pumps are used in oil refining units of the need to transfer product from one point to another, giving him pressure and flow. Among other things each pump depends on the pressure, flow, and characteristics of fluid. The shaft of centrifugal pumps is one of the components which are subject to wear and this deterioration occurs mainly in their points of support (mechanical seals and bearings). This work aims to optimize the parameters of processing with use the Plasma Arc Transferred (PTA) process and assess the performance of the coatings on the resistance to abrasive wear. The PTA has unique characteristics that make the process extremely competitive for applications of coatings, to present attractive features in both the process and metallurgical. Among the advantages of the process of deposition can mention the low dilution, minimize / eliminate the distortion of the shaft, homogeneous structure and refined in coatings. The use of material added in powder form offers greater flexibility in the selection of the material input and, therefore, used to connect the basis of cobalt known commercially as Stellite 1 and Stellite 6. The coatings features were evaluated through the surface, determining the dilution, hardness, analysis of the microstructure and for resistance to abrasive wear.*

Keywords: Plasma transferred Arc, PTA, Co Alloys.