

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Estudo da Aplicação do Processo de Soldagem Tig em Revestimentos Utilizando Liga Hastelloy X
Hector R.M. Costa^a, Felix Wiliam Cortes^b, Ivan. N. Bastos^c

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of current intensity for Hastelloy X alloy coatings, through the deposition (coating) of this nickel alloy on the surface of a substrate, using the process Gas Tungsten Arc Welding – GTAW. This process has excellent results combined with ease operation and low cost. For metallurgical characterization were used Profiles of microhardness, optical microscopy (OM) and scanning electron microscopy (SEM) as a function of deposition parameters current intensity. The condition of current intensity 70 A showed the best uniformity and absence of defects in the coatings examined and the best value for hardness / dilution.

Keywords: corrosion, coating, TIG.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da intensidade de corrente para revestimentos utilizando a liga Hastelloy X, através da deposição (revestimento) desta liga de níquel, na superfície de um substrato, pelo processo de soldagem a arco com eletrodo de tungstênio e proteção gasosa – TIG. Este processo possui excelentes resultados aliados à facilidade operacional e baixo custo. Para caracterização metalúrgica foram utilizados perfis de microdureza, microscopia ótica (MO) e eletrônica de varredura (MEV) em função do parâmetro de deposição intensidade de corrente. A condição de intensidade de corrente 70 A foi a que apresentou a melhor uniformidade e ausência de defeitos dos cordões analisados e a melhor relação dureza/diluição.

Palavras-chave: corrosão, revestimento

Introdução

A indústria de petróleo é um dos setores industriais que apresentam um dos mais severos ambientes de operação, proporcionando grandes desafios no desenvolvimento de materiais resistentes á degradação [1, 2, 3]. Para superação destas dificuldades esta proposta se alinha as estas necessidades buscando alternativas para a recuperação de componentes mecânicos de alta responsabilidade, onde as propriedades mecânicas do material precisam ser mantidas numa ampla faixa de temperatura de serviço, sendo que uma das alternativas mais eficazes encontradas na tentativa de minimizar os problemas de desgaste nestes ambientes consiste na

^a D.Sc., Engenheiro Mecânico – CEFET RJ - PPEMM

^b M.Sc. Engenheiro Metalúrgico - PETROBRAS

^c D.Sc, Engenheiro Mecânico – IPRJ/UERJ

deposição de um material resistente ao desgaste e a corrosão (normalmente metálico) na superfície de um material menos nobre (substrato) [4].

Dentro deste contexto, as ligas a base de níquel oferecem tais propriedades sendo utilizadas de forma vasta na indústria. Este trabalho visa investigar por de estudos de fenômenos metalúrgicos os efeitos gerados nas propriedades mecânicas da liga de níquel Hastelloy X quando submetida ao processo de soldagem TIG objetivando a recuperação de um componente mecânico, possibilitando referências operacionais que permitam a obtenção de revestimento de boa qualidade.

Metodologia

Para o presente trabalho foi utilizado um eixo de aço ao carbono, de especificação ABNT/SAE/AISI 4140 conforme Norma SAE – J404. Tal eixo é revestido metalicamente com uma liga de Níquel, Hastelloy X de melhores propriedades mecânicas, visando inibir problemas inerentes ao degradante ambiente de serviço ao qual está submetido, tais como desgaste superficial, corrosão e fadiga.

Foi utilizado como materiais o eixo mencionado acima como um metal base (aço SAE 4140) e a liga Hastelloy X, como metal de solda na condição de revestimento.

As composições químicas dos materiais mencionados estão dispostas nas tabelas 1 e 2;

Tabela 1 - Composição química de um aço 4140 ABNT/SAE – J404.

Elemento	Composição (%)	Elemento	Composição (%)	Elemento	Composição (%)
Ni	-----	Ti	-----	Cu	-----
Cr	0,8 – 1,10	Al	-----	P	0,030 máx.
Mo	0,15 0,25	Mn	0,75 – 1,00	S	0,-40 máx.
Nb	-----	Si	0,15 – 0,35	Fe	Balanço

Tabela 2 - Composição do Hastelloy X (%).

Ni	Cr	Fe	Mo	Co	W	C	Mn	Si	B
Balanço	22	19	9	2,4	0,6	0,06	0,60	0,35	0,008*

Os revestimentos foram depositados através do processo de soldagem TIG (circunferencial – figura 1) automatizado.. Foram analisadas 4 condições (50A, 70A, 90 e 110A). A escolha dos valores foi através de parâmetros usados empiricamente, aceitos apenas pela avaliação visual da qualidade do cordão. A voltagem foi de 8,7 V.

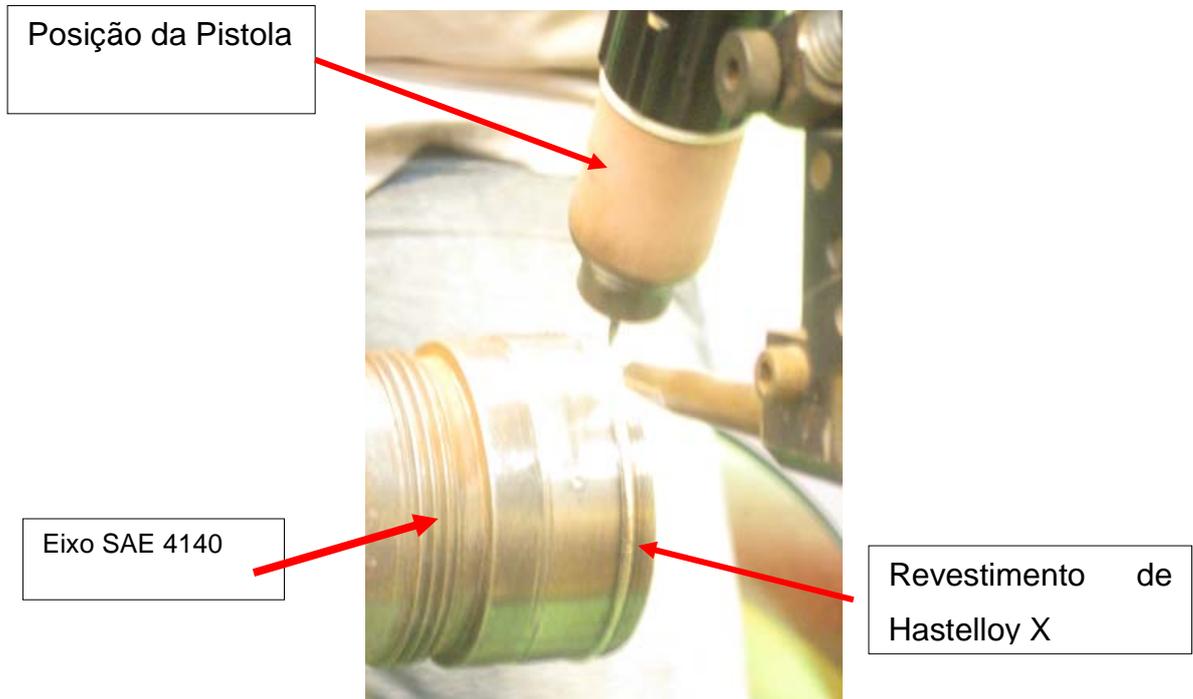


Figura 1 - Detalhe da posição do eixo em relação a pistola TIG e a deposição do revestimento Hastelloy X na condição de 50A.

Foi utilizada microscopia ótica (MO) e microscopia eletrônica de varredura para caracterização da junta soldada, Zona Termicamente Afetada (ZTA) e revestimento. Nesta avaliação foram analisados os seguintes aspectos da junta soldada: diluição e penetração. No caso de diluição foi aplicado a técnica de medição por área.

Foram realizados ensaios de microdureza Vickers para levantamento do perfil de dureza do cordão de solda. A marca do durômetro utilizado é Wilson Instruments, modelo 422 MVD, com uma carga de 1,5 Kgf (HV1,5).

Resultados e discussão

Os cordões depositados, independente da intensidade decorrente utilizada, apresentaram bom aspecto superficial sem defeitos macroscópicos relevantes (trincas, porosidade), figura 2. Em relação à uniformidade e continuidade, as condições de 50 A e 70 A, que se mostraram as melhores. Foi observada a presença de estruturas colunares e dendríticas típicas de solidificação para diferentes intensidades de corrente (50A, 70A, 90A e 110 A).



Hastelloy X

1° Cordão = 50 A

2° Cordão = 70 A

3° Cordão = 90 A

4° Cordão = 110 A

Figura 2 - Aspecto dos cordões de solda para diferentes correntes.

As intensidades de corrente maiores 90 e 110 A resultaram em cordões mais largos e reforços mais finos. Este comportamento é atribuído ao aumento do aporte térmico destas correntes elevadas, que tornam os depósitos mais largos em consequência de um suposto aumento da molhabilidade [5].

Observa-se na figura 3, que os níveis de diluição determinada como a participação do substrato no revestimento final, são diretamente afetados pela intensidade de corrente. Os valores obtidos estão de acordo com a literatura [6], que informa que quanto maior a intensidade de corrente utilizada, maior será o aporte de energia ao material fundido, ocasionando a fusão de maior quantidade de substrato, favorecendo assim uma maior mistura entre o substrato e o material do revestimento.

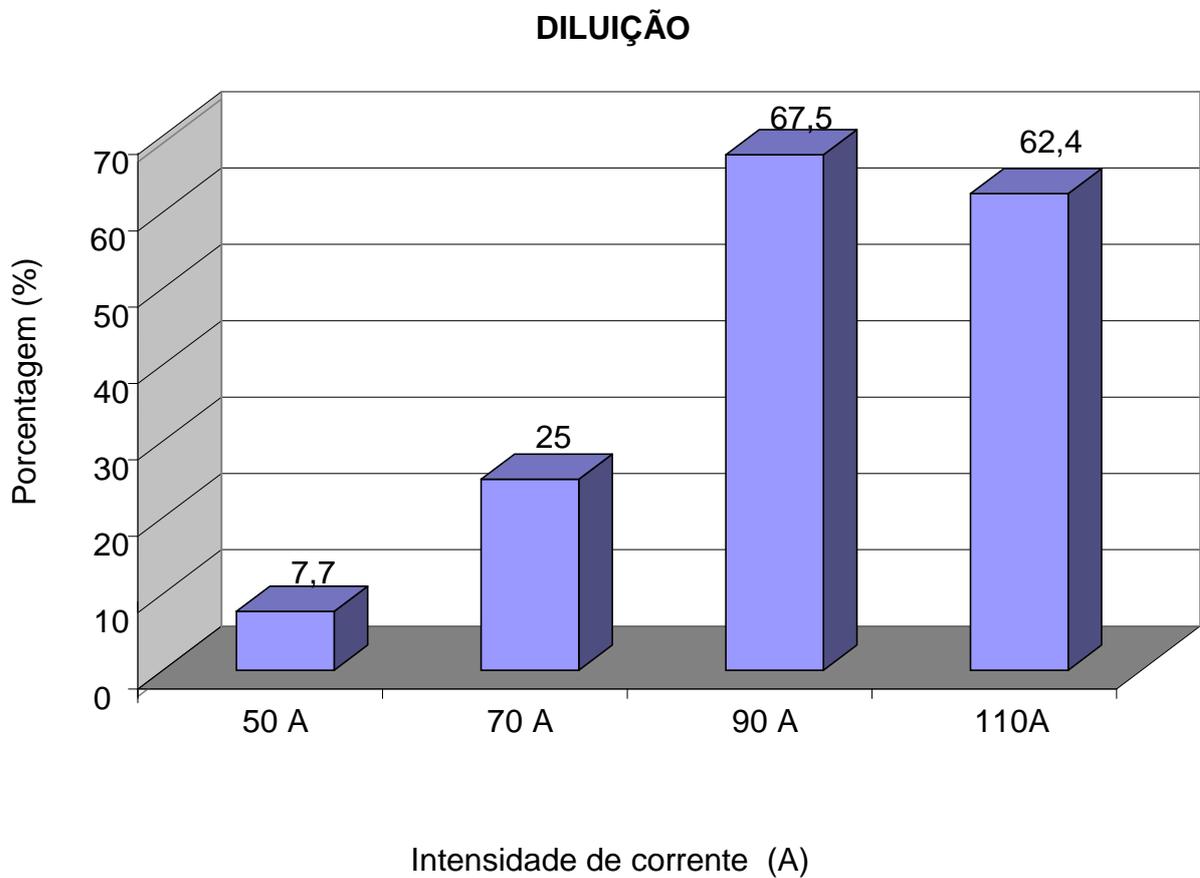


Figura 3 - Valores de diluição em % para os parâmetros de soldagem avaliados.

Nota-se que para condição de 50 A não houve penetração suficiente, o que implica em baixa diluição e, portanto não há garantias de estabilidade para a união metalúrgica entre metal de solda e substrato se a junta for submetida a esforços, ainda que de pequena magnitude. A figura 4 mostra como foi feita esta avaliação por MO. Estas características de uniformidade, diluição e molhabilidade influenciam na questão de aumento da resistência ao desgaste e a corrosão

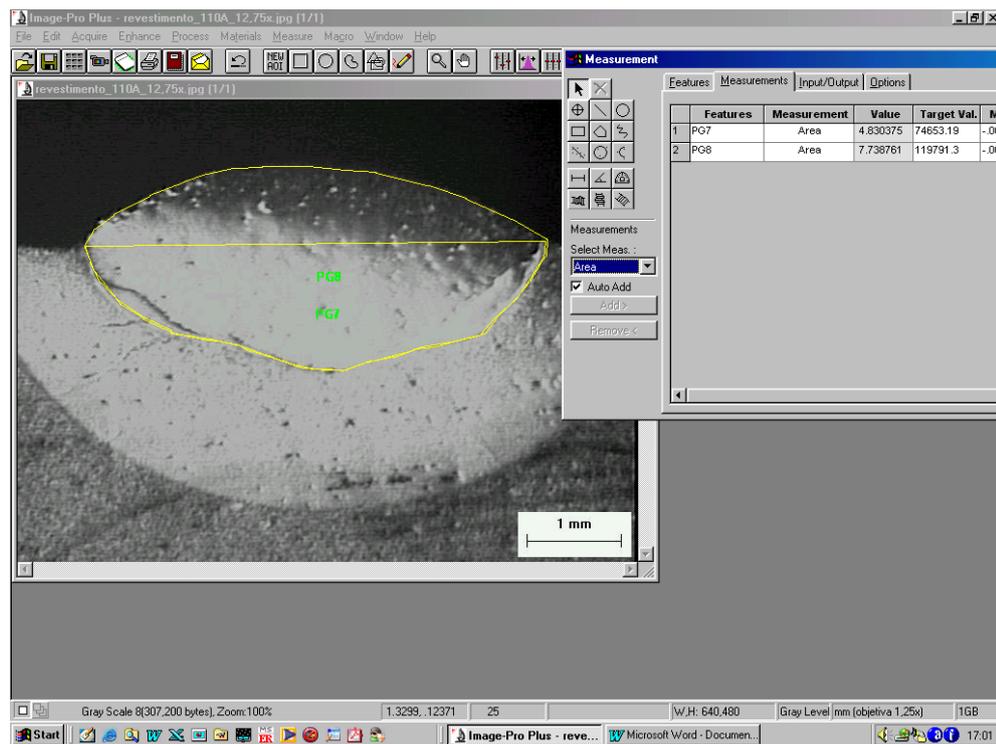


Figura 4. Medição de diluição para a condição de 110 A.

A tabela 3 e a figura 5 mostram os resultados obtidos por microdureza onde os valores de dureza permanecem praticamente constantes no revestimento (liga Hastelloy X) e aumentam na região da ZTA para todas as condições de intensidade de corrente. Os maiores valores encontrados na ZPD foram de 700 HV.

Este comportamento está de acordo com a literatura que mostra que estas regiões atingem durezas superiores a 400 HV, indicando estarem constituídas de martensita e, portanto, serem frágeis. Estas regiões possuem composições químicas intermediárias entre a do metal de solda e a do metal de base, como pode ser observado através das micrografias obtidas por MEV, figura 6. Deve-se otimizar os parâmetros de soldagem para reduzir ao máximo a quantidade de ZPDs presentes, além do controle da distribuição de dureza entre revestimento e substrato que evitará a formação de microtrincas e porosidades.

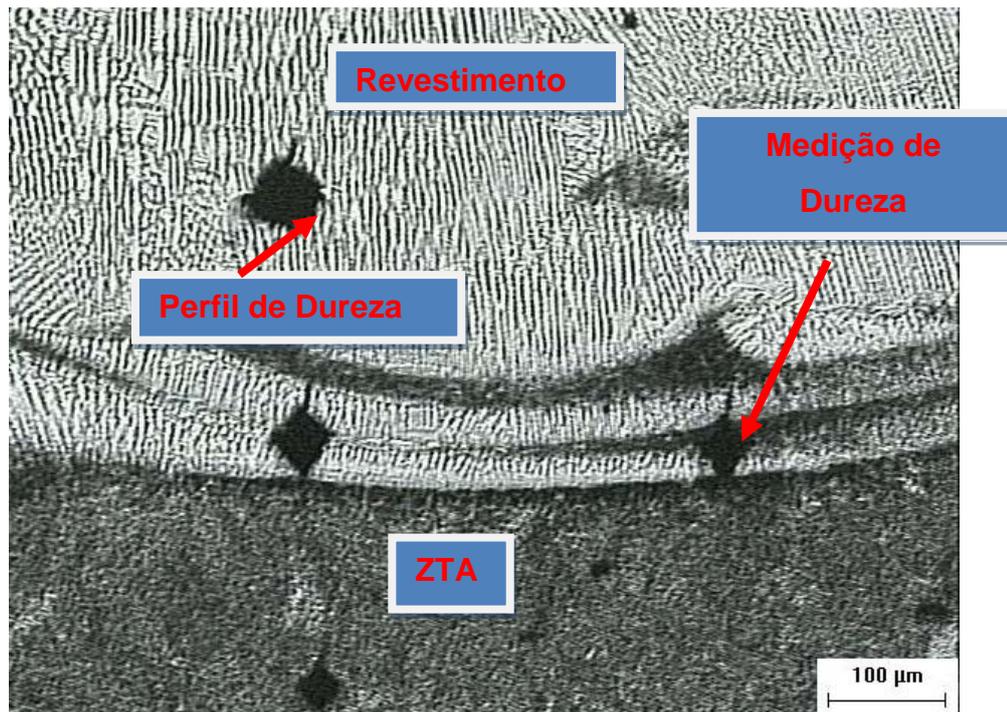


Figura 5 - Esquema mostrando onde foram feitas as medidas de microdurezas.

Tabela 3 - Microdurezas nas regiões da junta soldada.

Regiões da Junta	50A	70A	90A	110A
Hastelloy X 1,5 kgf(HV 1,5)	194	213	193	194
ZTA 1,5 kgf (HV 1,5)	602	500	545	654
Substrato 1,5 kgf (HV 1,5)	290	290	290	290

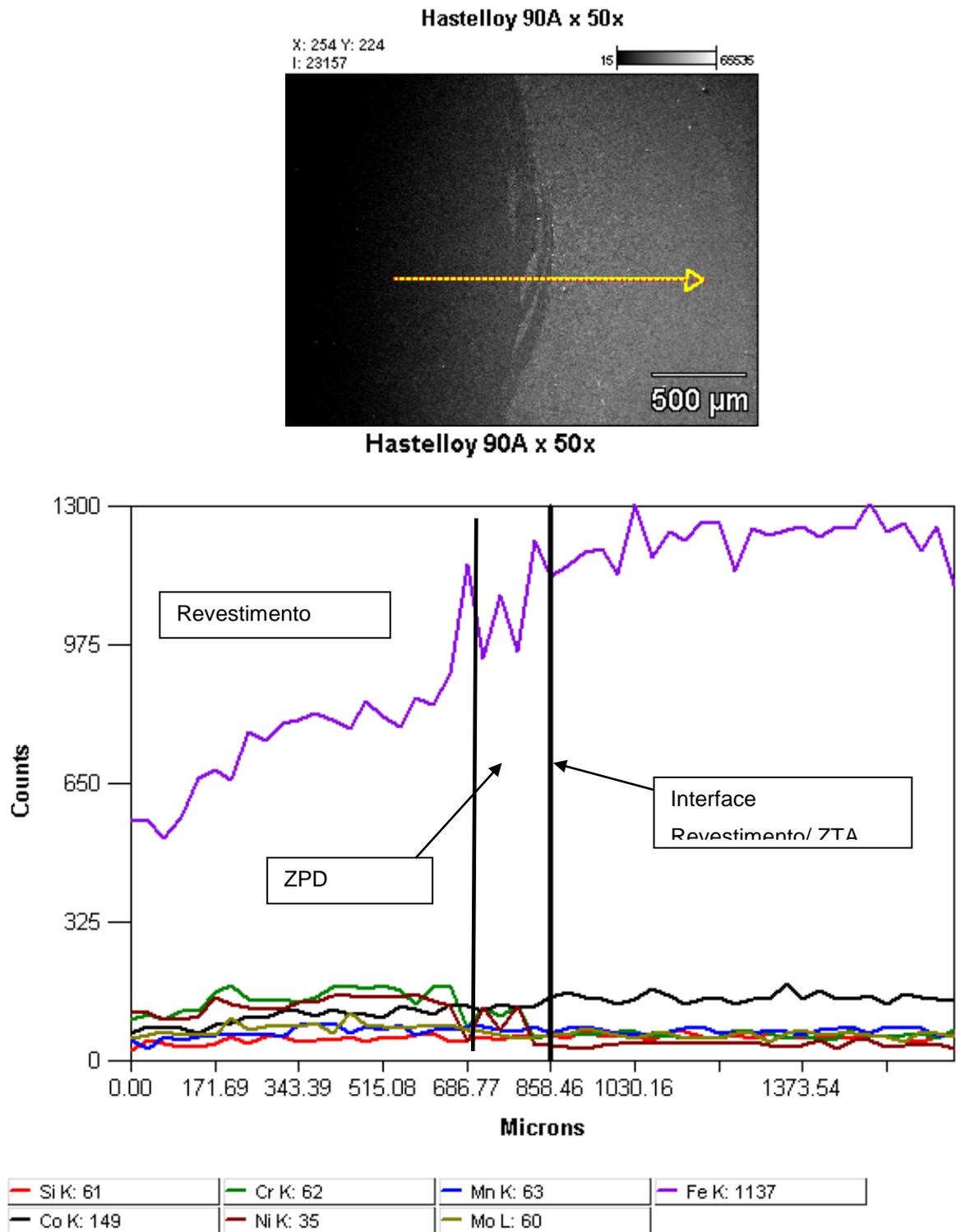


Figura 6 - Espectro de linha da amostra com 90 A mostrando a variação dos elementos de liga Hastelloy X. Observar a influencia na ZPD. 50x.

Conclusões

A utilização de corrente (50 A) não proporcionou penetração suficiente, o que implica em baixa diluição e, portanto não há garantias de estabilidade para a união metalúrgica entre metal de solda e substrato se a junta for submetida a esforços, ainda que de pequena magnitude.

Foi observada a presença de estruturas colunares e dendríticas típicas de solidificação para diferentes intensidades de corrente (50A, 70A, 90A e 110 A), ao longo de todo revestimento e na região de interface ZTA/Revestimento.

A condição que apresenta a melhor relação dureza/diluição é a condição soldada com 70 A. Esta condição apresenta também a melhor uniformidade e ausência de defeitos dos cordões analisados. As condições de 90 A e 110 A apresentam elevada diluição o que prejudica a propriedade das soldas. Não houve variação significativa de dureza dos revestimentos analisados. Estes resultados indicam a necessidade de otimização dos parâmetros de soldagem para que se tenha um revestimento de boa qualidade que possibilitará aumentar a resistência a corrosão e ao desgaste.

Referências bibliográficas

- (1) DAVIS J.R.: “Hardfacing, Weld Cladding and Dissimilar Metal Joining”, ASM Handbook – Welding, Brazing and Soldering, Vol. 6, 10th Edition, ASM Metals Park, Ohio, 1993, p. 699-828.
- (2) KOTECKI, D.J. Hardfacing Benefits Maintenance and Repair Welding. Welding Journal, 1992, v.71, n.11, Nov, pp.51-53..
- (3) RAGGHU D., McKee B., Sheriff C., Wu J. B.C., “High Temperature Erosion Resistant Materials for Petroleum Refinery Equipment”, 2001, NACE International,.
- (4) WU W., Wu L., “The Wear Behaviour Between Hardfacing Materials“, Metallurgical and Materials Transactions , 1996, vol.27A.
- (5) DOODY T.; Intermediate Mixed Zones in Dissimilar Metal Welds for Sour Service. 1992, Welding Journal, March.
- (6) KIM H.J., “ Microstructural Evaluations of the Plasma Transferred Arc Coated Layers on the Hardness, Wear resistance and Corrosion of the Hardfacing of Ni and Co-based Alloys”, 15th International Spray Conference, 1998, Nice, France.