

REVESTIMENTO DE AÇO INOXIDÁVEL AISI 309L TUBULAR DEPOSITADO POR ASPERSÃO TÉRMICA À ARCO ELÉTRICO

A.R. Capra (1)

Departamento de Engenharia Mecânica, DEMEC, Universidade federal do Paraná, Centro Politécnico, Bloco IV, Curitiba, Pr, cep 81.531- 990.

Palavras chaves: Aspersão Térmica, Aço Inoxidável, Revestimento

RESUMO

A utilização de revestimentos protetores contra a corrosão e/ou desgaste é uma prática que está sendo cada dia mais utilizada. Um dos processos que vem crescendo em utilização é a aspersão térmica, como uma alternativa aos revestimentos soldados. A soldagem induz nos materiais ciclos térmicos severos que têm como consequência transformações nas propriedades mecânicas na ZTA, além de introduzir elevadas tensões residuais. Neste trabalho apresentam-se resultados da deposição de arame de aço inoxidável AISI 309L Tubular como revestimento de aço carbono, utilizando o processo de aspersão térmica por arco elétrico (ASP), que introduz baixos ciclos térmicos nos materiais a serem revestidos. A análise dos cp's incluiu exame metalográfico, medição de dureza da camada e medição da aderência através do ensaio de dobramento. O trabalho mostra que a aspersão térmica por arco elétrico (ASP) pode ser utilizada com consumíveis desenvolvidos para processo de soldagem MIG/MAG e apresenta-se como uma excelente alternativa de deposição de revestimentos, principalmente para reparo em campo

Para a deposição foi utilizado o arame de aço inoxidável austenítico tubular E309L T1-4, diâmetro 1,6 mm, sobre substrato de aço baixo carbono. O processo utilizado foi a Aspersão Térmica à Arco Elétrico (ValueArc 300E da Sulzer Metco) Os parâmetros variados foram: rugosidade do substrato, distância de aplicação, número de passes, corrente do equipamento e pré-aquecimento das amostras. A tabela 1 mostra a variação dos parâmetros na deposição.

Tabela 1: Variação dos parâmetros de deposição.

Distância (mm)	Pré-Aquecimento	Tensão (V)	Corrente (A)	Pressão (Psi)	Nº de passes
100	Sem	30	160	70	1
100	Sem	30	160	70	4
100	Com (120°C)	30	160	70	1
100	Com (120°C)	30	160	70	4
200	Sem	30	160	70	1
200	Sem	30	160	70	4
200	Com (120°C)	30	160	70	1
200	Com (120°C)	30	160	70	4
100	Com (120°C)	30	240	70	1
200	Com (120°C)	30	240	70	4

A tabela 2 mostra os valores de rugosidade do substrato com o abrasivo de granalha de aço novo. Foram realizadas medidas em diferentes pontos do substrato.

Tabela 2: Rugosidade do Substrato

	1	2	3	4	5	6	Média
Ra	7,03	6,41	5,71	6,75	6,41	6,43	6,46
Ry	46,69	37,94	40,38	41,38	37,77	38,91	40,51
Rsm	120	96	120	126	127	107	116

A seguir encontram-se algumas micrografias dos revestimentos depositados.

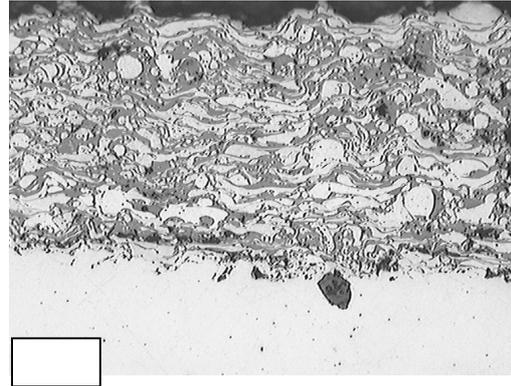
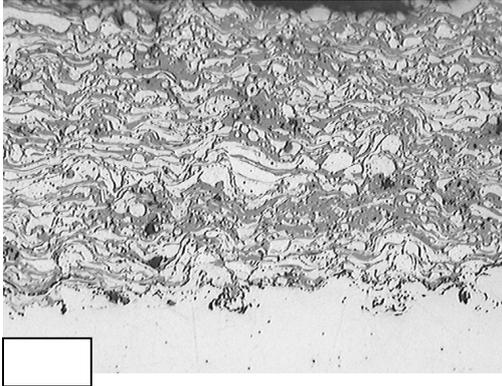


Figura 1: ASP sem pré-aquecimento, 160 A, 100 mm(a), 200 mm (b), 200X

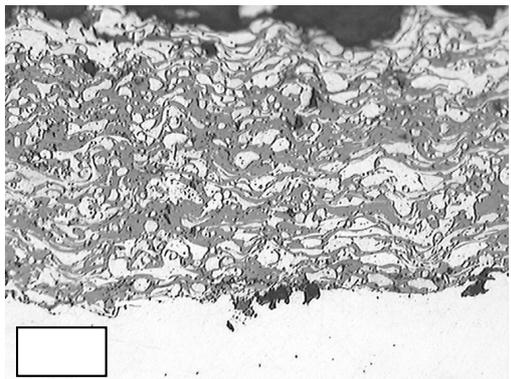
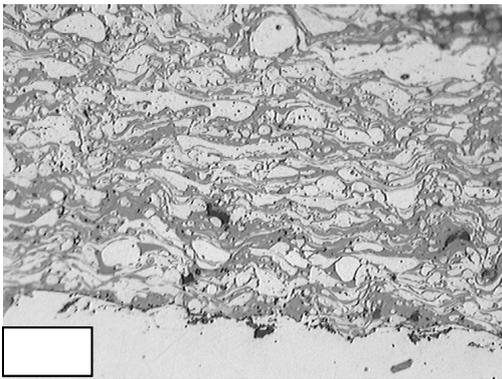


Figura 2: ASP com pré-aquecimento (120°C), 160 A, 100 mm (a), 200 mm (b), 200X

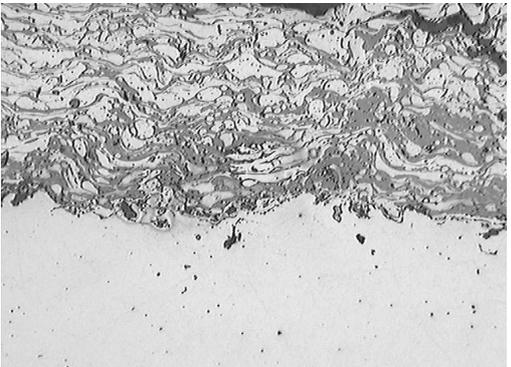
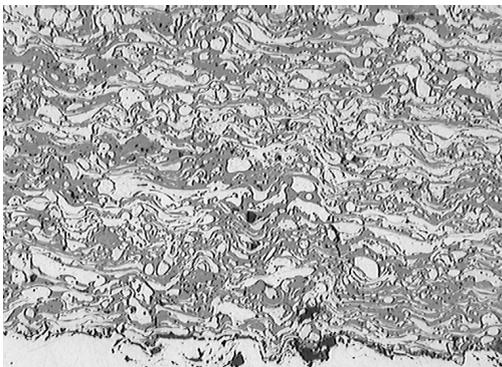


Figura 3: ASP com pré (120°C), 200 X, 240A

Figura 4: ASP com pré, 160 A, um passe

Nas figuras acima, a parte clara inferior refere-se ao substrato, enquanto que a parte mais escura superior refere-se ao revestimento de inox. Neste revestimento podemos verificar a existência de regiões brancas, cinzas e pretas. As regiões brancas referem-se às partículas de aço inox, as regiões cinzas referem-se aos óxidos formados, e as pretas são poros. Através da análise das micrografias, verificamos que as amostras aspergidas a 200mm de distância (figura 1b) possuem uma maior quantidade de óxidos. O pré-aquecimento tem como função melhorar a aderência do material. Ensaio de ad

erência mostraram que as amostras que sofreram pré-aquecimento (120°C) obtiveram melhor resultado. Com relação às micrografias com pré-aquecimento (figura 2), podemos verificar que os óxidos formados estão distribuídos de forma mais homogênea. As amostras que sofreram alteração de amperagem (figura 3) apresentaram uma maior quantidade de óxidos. A diferença entre as amostras de 4 passes e 1 passe (figura 4), está no perfil de

rugosidade que as partículas adquirem. Nas amostras com 4 passes este perfil é suavizado conforme vão sendo feitos os passes.

Para uma análise mais detalhada, foi realizado nos cp's sem pré-aquecimento, com pré-aquecimento (160 A), e amostras aspergidas com 240 A, um perfil de microdureza Vickers com 500g de carga. As figuras 5 e 6 mostram os valores obtidos.

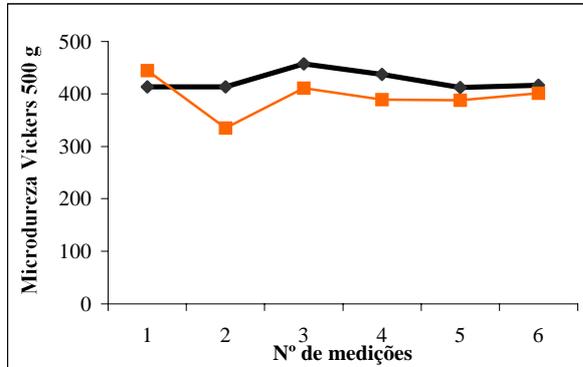


Figura 5: Comparação dos valores de microdureza para cp's sem pré-aquecimento (linha fina) e cp's com pré-aquecimento (linha mais espessa).

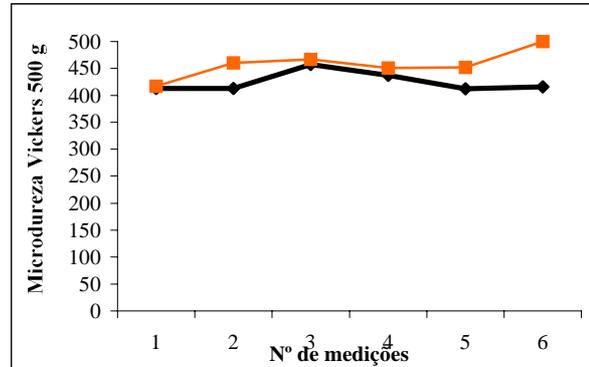


Figura 6: Comparação de microdureza para cp's com pré-aquecimento aspergidos com 240 A (linha fina) e cp's com pré-aquecimento aspergidos com 160 A (linha mais espessa).

Através das análises de microdureza, podemos verificar que as amostras que sofreram pré-aquecimento obtiveram um perfil de dureza mais homogêneo, com pequena dispersão. Os cp's sem pré-aquecimento apresentaram um perfil de dureza menos homogêneo, devido à distribuição menos homogênea dos óxidos (figura 5). Para as amostras onde houve a variação de amperagem, os cp's aspergidos com 240 A obtiveram valores de dureza mais elevados, devido a maior quantidade de óxidos formada (figura 6).

Foram feitas medições de dureza separadas nos óxidos e nas partículas de inox. A tabela 3 mostra os valores médios obtidos para cada variante.

Tabela 3: Valores de dureza dos óxidos e das partículas de inox

Dureza Vickers	ASP sem pré 160 A	ASP com pré 160 A	ASP com pré 240A
Óxidos	706,67	867,5	858,83
Inox	207,16	265	251

Os valores mostram que a dureza nos óxidos é mais elevada. Devido a isso, as amostras onde a quantidade de óxido foi maior obtiveram maior dureza.

Com estes dados, podemos chegar a conclusão que a dureza dos cps aumenta quando a corrente aumenta. Isto pode ser atribuído a um aumento na quantidade de óxidos. Com o aumento da corrente, aumenta a quantidade de calor do arco voltaico e, portanto, existe maior quantidade de oxigênio livre para passivar as partículas aspergidas.

As amostras que sofreram pré-aquecimento do substrato tiveram uma melhor aderência, enquanto que a distância de aplicação alterou a quantidade de material depositado. Quanto menor a distância, maior a deposição.

Com relação ao número de passes, este alterou a espessura da camada depositada e o perfil de rugosidade da camada revestida.

Finalmente pode-se afirmar que é viável revestir materiais metálicos com eletrodos tubulares depositados por aspersão térmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortés, P.R., Buschinelli, A., Piza,M., “Propriedades dos Revestimentos de Alumínio depositados por Aspersão Térmica”. IV Congresso Iberoamericano de Ingenieria Mecânica – CIDIM, Santiago, Chile