

NOVO PROCESSO DE CHAPEAMENTO POR SOLDA. SOLDAGEM COM FITAS EM ARCO SUBMERSO.

(*) Antônio Salvador da Rocha

Neste artigo são apresentados os requisitos para o chapeamento do Cr Ni por solda, e apresentados os processos para chapeamento por solda — Fita simples, soldagem a Arco Submerso com Fita Dupla, soldagem a Arco Submerso com Fita Larga. É também feita uma comparação de rendimento com outros processos de chapeamento por solda, e uma aplicação.

1. INTRODUÇÃO

O uso de recipientes de pressão com paredes grossas e outros equipamentos construídos com aço de baixa liga, que devem ser chapeados com solda Cr Ni anti-corrosivo, tem solicitação crescente no setor químico e na construção de reatores atômicos.

Devido a grande espessura das chapas, 100 – 250 mm, o chapeamento interno não pode mais ser efetuado pelo processo de laminação. Usam-se, pois, outros processos, principalmente o chapeamento por solda.

Ultimamente, diversos processos de solda para chapeamento, têm sido desenvolvidos, procurando-se uma mínima penetração no material base, e possibilidade de revestir grandes áreas por unidade de tempo.

Estudaremos, pois, dois novos processos:

- Soldagem com fita dupla
- Soldagem com fita larga.

Analisaremos suas características, campos de aplicações, vantagens e desvantagens, comparando-os, ainda, com outros processos de revestimento: soldagem com fita simples, solda com arco submerso com 6 arames e solda plasma com arames aquecidos.

Ex.: Recipiente de pressão para reator atômico.

2. REQUISITOS PARA O CHAPEAMENTO DO Cr Ni POR SOLDA

Como o material base em geral contém em torno de 0,20% C, a penetração da solda no material base deve ser mínima, para que a diluição entre o depósito e o material base, seja o menor possível, evitando o aumento de C no chapeamento do Cr Ni, para garantir um chapeamento anti-corrosivo suficiente. Principalmente após tratamento térmico de alívio de tensões, é desejado um baixo teor de C no chapeamento, não excedendo 0,08% C para revestimentos estabilizados com Nb ou 0,03% C para composições não es-

tabilizadas. Uma diluição elevada no material base, provoca uma elevada adição do teor de C no depósito de solda da 1a. camada, tornando-a susceptível à corrosão intergranular, representando baixa resistência à corrosão. (2)

3. PROCESSO PARA CHAPEAMENTO POR SOLDA — FITA SIMPLES

Entre os diversos processos para chapeamento por solda, usa-se, principalmente na Europa, o processo a arco submerso com eletrodo em forma de fita. A fig. 1 mostra o esquema de montagem deste processo.

Uma fita com dimensões de 60 x 0,5 mm é transportada por um par de roletes, avançando contra o material base. A energia é fornecida à fita através de contatos elétricos, enquanto o fluxo é adicionado, tanto na frente como atrás, por funis especiais, próprios do cabeçote, fundindo-se através do arco, uma camada protetora de escória.

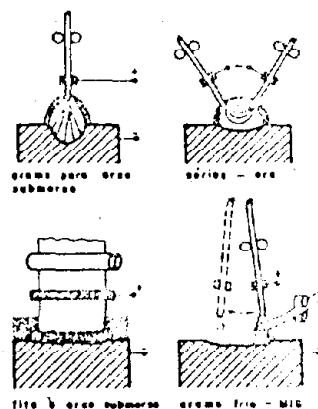


FIG. 1

A principal vantagem do processo é a relativa baixa amperagem de 600 – 700 A em relação à área da seção transversal da fita eletrodo. Caso fosse usado um arame com mesma área, ele teria um \varnothing de 6,2 mm — com este \varnothing e coi

(*) M.Sc. Prof. Dep. de Enga. Mecânica da UNIFOR e ETFCE.

rente de 600 – 700 A, não se conseguiria mais um arco estável. Seria necessário uma corrente em torno de 1200 A. (4)

Na soldagem com fita, o arco não queima na largura total da fita ao mesmo tempo, e sim, em pontos estreitos, baixando assim a amperagem, tornando o arco estável. Além disto, o arco oscila rapidamente na distância da largura da fita, não permanecendo o tempo suficiente para uma fusão profunda no local, evitando assim, uma penetração profunda.

Adicionalmente à baixa amperagem, solda-se com baixa velocidade de avanço (10 cm/min.), provocando-se uma fluidez suficiente entre o arco e o material base, evitando uma maior penetração. Além do que, apresenta baixo custo de investimento, uma vez que pode ser adaptado a um conjunto de arco submerso convencional. (3)

Objetivando alcançar uma maior produção, pode-se pensar em aumentar o rendimento e a velocidade do chapeamento por solda através de:

1. Aumento da largura da fita, para uma mesma velocidade.

2. Aumento do avanço ou vel. da solda para uma mesma largura.

Através de observações e experiências, verificou-se que:

– Aumentando a largura da fita, aumentam as dificuldades de produzir uma solda aceitável.

– As bordas dos cordões ficam irregulares, devido à dificuldade do controle do banho de solda.

– O tipo de fluxo influencia na largura da solda.

– O aumento da largura das fitas não deve ultrapassar 60 mm.

– O aumento da velocidade de solda, para um cordão perfeito, limita-se entre 30 até 50% a mais.

– Porém, para um aumento destes, haverá uma forte diluição no material base com o depósito de solda.

– O tipo de fluxo influencia na velocidade de solda.

– Uma velocidade de solda acima de 14 cm/min. é desaconselhável.

4. SOLDAGEM A ARCO SUBMERSO COM FITA DUPLA

Um pesquisador, Dr. Scheel, usou duas ou mais fitas, em vez de uma. A fig. 2 mostra o esquema de montagem deste processo.

As fitas são alimentadas por um par de roletes, alimentados por uma única fonte em um ponto de contato, sendo em seguida, separados.

Entre as fitas se forma uma escória fluída, que não é coberta pelo fluxo, e por isso alcança mais alta temperatura, fundindo as duas fitas mesmo que o arco não esteja em ação.

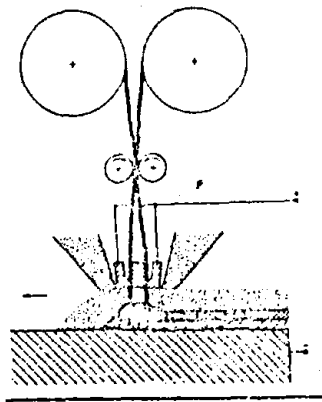


FIG. 2

Este processo de fusão das fitas através da escória quente, aproxima-se ao processo de solda eletroslag (soldagem por eletro escória) ou a refusão do eletroslag que provoca a fusão do eletrodo.

Através da medição do efeito do eletroslag, descobre-se que ele atinge 10 – 15% na soldagem com arco submerso com arame, 30% na soldagem com arco submerso com fita e 60% para arco submerso com 2 fitas de 60 x 0,5 mm e espaçamento das fitas de 8 mm.

A grande participação do efeito eletroslag diminui a disponibilidade de energia do arco para fundir o material base. A penetração diminui e aumenta a fusão da fita ou das fitas. Isto provoca um aumento da altura do depósito. Em consequência, a diluição baixa bastante, ficando em torno de 5 a 10%.

Uma vantagem deste processo, é o chapeamento de camadas finas de 3 – 4 mm, além da possibilidade de uma diluição de duas fitas com composição distintas, conseguindo-se uma terceira composição no depósito de solda.

– Alterando-se o teor de elementos de uma das fitas, altera-se o teor de depósito.

5. SOLDAGEM A ARCO SUBMERSO COM FITA LARGA

Um pesquisador, Dr. Neeff, descobriu que campos magnéticos estacionários, influencia beneficemente ao depósito de solda na borda, eliminando os inconvenientes provenientes do aumento da largura da fita, anteriormente mencionados.

Solda-se com a mesma velocidade para soldar com fita de 60mm, mas com o uso de uma fita larga, por exemplo: fita austenítica com dimensões de 180 x 0,5 mm – 1800 A a 28 V – 9 cm/min.

A fig. 3 mostra esquematicamente este processo de soldagem.

De uma fonte de corrente contínua, são alimentadas duas bobinas, uma de cada lado, com dois núcleos imantados pela excitação.

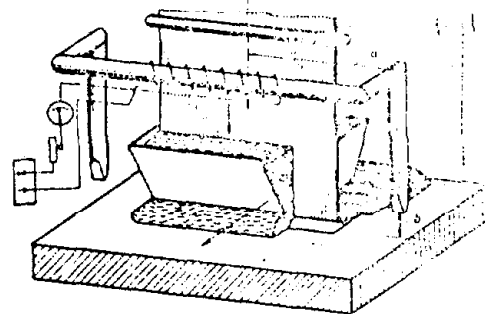


FIG. 3

Após experiências, chegou-se à uma posição adequada para os núcleos magnéticos, a distância lateral da fita e do nível da fita para o material base, e a forma da ponta do núcleo, cuneiforme, uma vez que estes fatores, influem no processo.

Consegue-se cordões com bordas laterais de excelente aparência e boa transição entre os cordões.

O cordão nas bordas, apresenta um depósito um pouco mais alto, pois a fita fica mais curta no meio e com bordas mais compridas.

A superfície da solda apresenta-se mais áspera que a soldagem com fita de 60 mm, porém, esta aspereza é aceitável, praticamente.

A cratera final, não é maior que a da fita de 60 mm.

A ação do campo magnético pode ser explicado pela ação da inversão, no material base, das linhas magnéticas emanadas das bobinas, que na zona de influência, principalmente nas bordas do cordão, as linhas e suas influências corram paralelas com o fim da fita ou respectivamente, a superfície do material base. Provoca-se então, um desvio do arco para o lado do depósito.

As pontas cuneiformes dos núcleos, desvia o arco levemente para fora.

A direção do campo magnético em relação à direção da solda é um fator importante, pois uma polarização errônea, provoca um estreitamento do cordão e um alongamento da cratera final, no centro do cordão.

Na soldagem com fita de 180 mm de largura, na influência magnética das bordas, as mudanças das condições de soldagem, provocam os mesmos efeitos, como para soldagem normal de arco submerso com fita de 60 x 0,5 mm.

6. PROPRIEDADES DE CHAPEAMENTOS DEPOSITADOS ATRAVÉS DE SOLDAGEM COM FITA DUPLA E FITA LARGA.

A tabela I, orienta ambos os processos para as condições ideais de soldagem.

Exemplos para condições de soldagens a resultados (chapa plana)

Processo	Corte de fita (mm)	Fluxo	Condições de Soldagem				
			A	V	cm/min	Distância do bico (mm)	Junta sobreposta (mm)
Fita larga	160 x 0,5	B	1800	27	9	30	9
Fita dupla	2,5 tk - 60 x 0,5	F	1250	31	30	35	4

Processo	Altura do cordão de solda (mm)	Largura do cordão de solda (mm)	Misturação (%)	Capacidade de deposição (kg/h)	Superfície chapeada (m ² /h)	Kg fluxo/Kg fita
Fita larga	- 4,5 (- 5, 5)	- 182	- 8	31	0,9	1,1
Fita dupla	- 4,3	- 60	- 9	29	0,9	0,7

Tabela I

Observa-se que:

- Os fluxos utilizados são diferentes.
- Para a soldagem com fita larga, necessita-se de uma fonte de energia maior.
- Com ambos os processos, pode-se conseguir uma camada de chapeamento de 4 - 4,5 mm.
- A diluição em ambos os processos, fica em torno de 8 - 9%.

- A capacidade de deposição (kg/h) e a superfície chapeada (m²/h), são aproximadamente iguais para ambos processos, enquanto a soldagem com fita larga, exige uma quantidade de fluxo maior por kg/fita.

A tabela II mostra exemplos para análise do material depositado numa chapa plana de aço sem liga.

Exemplos para a composição do depósito de solda (chapa plana)

Processo	Material Base	Fluxo	Composição em %						
			C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Ferita Magnética
Fita larga	FITA		0,02	0,4	1,8	20,5	11,0	0,8	9
	1a. camada sobre o aço 0,20% C - sem liga		0,04	0,8	1,8	20,0	10,1	0,5	
Fita dupla	FITA		0,02	0,4	2,0	23,5	12,0	0,9	9
	1a. camada sobre o aço 0,20% C - sem liga	F	0,04	1,1	1,1	20,0	11,0	0,7	

Tabela II

Observa-se que cada processo de soldagem de fita, necessita de uma outra composição. Conseguindo-se na 1a. camada, uma composição similar ao que corresponde a solicitação de um chapeamento estabilizado com Nb, como é usado no revestimento de recipiente de pressão, em reatores atômicos.

7. COMPARAÇÃO DE RENDIMENTO COM OUTROS PROCESSOS DE CHAPEAMENTO POR SOLDA

Os outros dois processos de chapeamentos por solda, com alto rendimento, são:

1. SOLDA POR ARCO SUBMERSO COM SEIS ARAMES (3).

Solda-se com arames de Ø1,6 mm, que são alimentados por roletes de avanço, fixados todos num mesmo eixo de propulsão. Cinco arames são ligados ao polo positivo (para diminuir o efeito de penetração) e são soldados com 1100 A - 30 V. O sexto, é ligado ao polo positivo e soldado com 220 A e 26 V, tem a função de fundir a borda do cordão anterior.

A fig. 4 mostra o esquema de funcionamento deste processo.

Os arames são espaçados de 20 mm, deslocando-se com movimento oscilante, com frequência de 1 vez por segundo e amplitude de 20 mm. Assim, consegue-se cordões de até 120 mm de largura. Soldando-se com avanço de 12 cm/min, semelhante à soldagem de arco submerso com fita de 60 mm.

A superfície do cordão não se apresenta perfeita.

Solda-se com alto dispêndio de material, cordões espessos, com diluição relativamente elevada (20 - 30%).

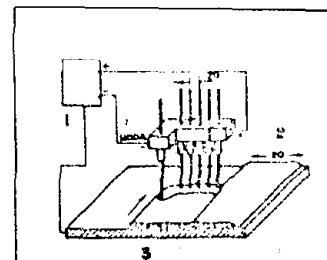


FIG. 4

Caso um dos arames sofra uma interrupção de avanço, a soldagem é interrompida. Além disto, as falhas entre os cordões, ocorrem facilmente.

2. SOLDA PLASMA COM ARAMES AQUECIDOS

São usados dois arames com $\varnothing 1,6$, ou $\varnothing 2,4$ mm, que avançam contra a peça, conforme esquema na fig. 5.

Aproximadamente 90 mm antes do arco, a energia é fornecida aos arames, através dos bocais de contato, aquecendo por resistência, os dois arames, até um pouco abaixo do ponto de fusão. A fusão mesmo, é processada pelo bocal de plasma, que ao mesmo tempo, também funde o material base.

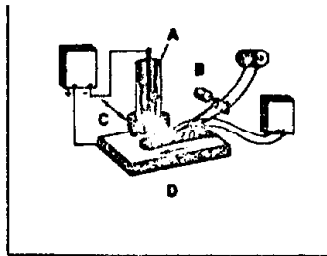


FIG. 5

O aparelho é dotado de movimento oscilante, conseguindo-se cordões de 30 a 50 mm de largura.

O cordão apresenta relativos sulcos, provenientes do movimento oscilante.

A espessura da camada é regulada pela velocidade dos arames, e seus respectivos mecanismos, enquanto que a penetração, com a regulagem da amperagem do bocal de plasma.

A distância entre o bocal de plasma e material base, influi na penetração, sendo regulado através de um dispositivo especial.

A tabela III mostra uma comparação de rendimento entre os diversos processos de chapeamento por solda.

Competição entre processos novos para a soldagem de chapeamento

Processo	Misturaço em geral (%)	Capacidade de solda (Kg/h)	Capacidade de chapeamento (m ² /h)
Fita para arco submerso 50 x 0,5 mm	5 - 20	- 12	- 0,3
Fita dupla para arco submerso 50 x 0,5 mm	5 - 15	- 25	- 0,9
Fita larga para arco submerso 180 x 0,5 mm	5 - 15	- 30	- 0,9
6 arames para arco submerso 1,6 mm	20 - 30	- 40	- 0,9
Plasma com arame à quente	6 - 15	- 25	- 0,6

Tabela III

Vê-se que a soldagem de seis arames com arco submerso, a de fita dupla e a de fita larga, apresentam um triplo rendimento de superfície, em relação com a soldagem com fita de 60 mm.

O sistema de soldagem com seis arames, necessita uma capacidade de fusão de 30% mais alta, isto é, um consumo de material 30% mais alto do que os dois processos novos, com a soldagem de fita.

O sistema de soldagem por plasma com arames aquecidos, tem uma menor capacidade de fusão e de superfície, do que os novos sistemas de soldagem de fita, tendo ainda como desvantagem, um arco aberto.

8. APLICAÇÃO

A soldagem de fita larga com arco submerso é indicada principalmente para chapeamento de peças grandes, de formas cilíndricas ou cuneiformes, como cones de alto forno, chapas planas, etc.

Uma vantagem sobre o sistema com fita de 60 mm, é que o chapeamento com fita larga de 180 mm, apresenta 1/3 de emendas por superfícies, reduzindo eventuais falhas na transição dos cordões.

O sistema de fita larga é o mais indicado para revestimento duro.

A soldagem com fita dupla é usada em chapeamento interno de recipientes com curvaturas variadas e convexas, como pisos semi esféricos em autoclave, etc. E para chapeamento de cilíndricos menores, onde não seria possível o uso de fita larga.

Para chapeamento de aços, onde há o perigo do destacamento do revestimento ou trincas entre o material depositado, indica-se uma aplicação com fita dupla com pouco fornecimento de calor, para a 1a. camada, e fita larga mais inclusão de temperatura para a 2a. camada.

Para o usuário do processo de solda com fita de 60 mm, existe a vantagem econômica de triplicar a capacidade de produção, simplesmente adquirindo um cabeçote de solda e, eventualmente, um reforço da fonte de energia. Permitindo a utilização dos sistemas de fita dupla e fita larga num único trabalho de chapeamento, chegando-se por exemplo, à economia de 700 horas de solda com arco submerso, onde se necessita de 10 toneladas de fita soldada.

Os dois sistemas são aplicados agora para chapeamento inoxidável de aços Cr Ni, enquanto que para chapeamentos resistentes à abrasão, já era usado com pleno êxito, fita larga de 180 mm, em cones de alto forno.

BIBLIOGRAFIA

1. F. NEFF; P. SCHEEL; H. ORNIG; K. WINTER. "Novo Processo de Chapeamento por Solda. Soldagem com Fita em Arco Submerso". Trabalho apresentado no I Congresso Latino Americano e I Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem.
2. CHIAVERINI, VICENTE. *Aços e Ferros Fundidos*. Associação Brasileira de Metais, 1979.
3. BISKAMP, ELARD. *Soldagem a Arco Submerso com Fitas Processo Moderno par Efetuar Placagem*. Trabalho apresentado no II Congresso Latino-Americano e III Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem.
4. QUITES, ALMIR M., DUTRA, JAIR C. *Tecnologia da Soldagem a Arco Voltaico*.