

PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM PARA CHAPAS GROSSAS ACIMA DE 8" DE ESPESSURA

Luiz Gimenes Jr. Conselheiro da ABS e Professor da FATEC-SP gimenes@infosolda.com.br
Alcides Rocha da Silva, Graduando do Curso de Soldagem da FATEC-SP

Este procedimento de Soldagem foi desenvolvido para a soldagem de chapas grossas, e especialmente utilizado para a construção do Cubo do rotor da usina hidroelétrica de Porto Primavera.

O projeto inicial do equipamento prevê a soldagem de Chapas de aço de resistência acima de 500 Mpa mínimo, com alívio de tensões, porém foi escolhido a utilização de consumíveis listados no AWS A5.1 para eletrodos revestidos e A5.17 para arco submerso, os quais para atingir a resistência desejada, foi necessária a utilização de consumíveis com teor de manganês mais alto que o usual, a **Tabela 1** resume os materiais utilizados.

Tabela 1 - Metal de Adição

| | | |
|-----------------------|-----------|---------------|
| Especificação N° SFA | 5.1 | 5.17 |
| F N° | 4 | 6 |
| A N | 1 | 1 |
| Bitolas dos eletrodos | 5,0 - 6,0 | 4,0 |
| Classificação AWS | E 7018-G | F7PZ - EM 13K |

Utiliza-se comumente o consumível arame para arco submerso EM12K com um fluxo neutro, porém quando solicitado com o alívio de tensões e associado com chapas grossas onde os tempos de patamar são prolongados, é necessário o emprego do arame EM13K, da mesma forma utiliza-se o eletrodo E 7018-G que deposita um pouco mais de manganês de que o E 7018, a **Tabela 2** - resume a comparação dos consumíveis utilizados.

Tabela 2 - Análise química do metal de solda depositado

| Consumível | Resistência Mecânica CS (Mpa) | Resistência Mecânica AT (MPa) | Análise química do Metal Depositado (%) | | | | |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---|------|------|-------|-------|
| | | | C | Mn | Si | P | S |
| E 7018 | 505 | 482 | 0.07 | 1.24 | 0.43 | 0.030 | 0.010 |
| E 7018-G | 545 | 510 | 0.05 | 1.52 | 0.52 | 0.020 | 0.022 |
| EM12 K (*) | 519 | 485 | 0,07 | 1,30 | 0,36 | 0,015 | 0,012 |
| EM 13 K (*) | 555 | 525 | 0.08 | 1.51 | 0.57 | 0.015 | 0.019 |

(*) combinação com Fluxo 105.

CS - Como Soldado

AT - Com Alívio de Tensões

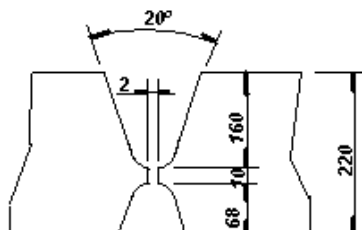
O objetivo principal de utilizar os materiais com manganês mais alto é manter a resistência mecânica mínima requeridas e durezas compatíveis com o material base, já que a resistência mecânica sempre tende a diminuir com o tratamento térmico de alívio de tensões após Soldagem.

A escolha de utilização de um fluxo neutro garante que as características do depósito sempre seja aquelas mostradas na Tabela 2, pois se for um fluxo ativo, que geralmente deposita manganês e silício a dureza tende a aumentar demais no caso de chapas grossas, pois o efeito é acumulativo ou seja a cada passe o teor de Mn e Si tende a aumentar, esta é uma forma de prevenir trincas em soldagem de chapas grossas.

No caso do eletrodo revestido isto não acontece pois o eletrodo sempre mantém a mesma composição química em qualquer altura de depósito, e é só utilizado nos primeiros passes, como solda de selagem.

O projeto da Junta foi em duplo "U" e, o principal fator de qualidade da junta é a remoção da Raiz com processo de usingem, devido a profundidade da junta dificultar o trabalho de esmerilhamento e goivagem com grafite. A **Figura 1** mostra o detalhe da junta.

Figura 1 - Projeto da Junta



A soldagem do corpo de prova mostrado na macrografia, foi executado em 45 camadas com 156 passes feito com Arco Submerso, e raiz e primeiros passes feita com Eletrodo Revestido, as tabelas resumem os dados utilizados na soldagem do metal base RRST 52.3 com espessura de 220 mm, os parâmetros de Soldagem utilizados estão na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Parâmetros de Soldagem

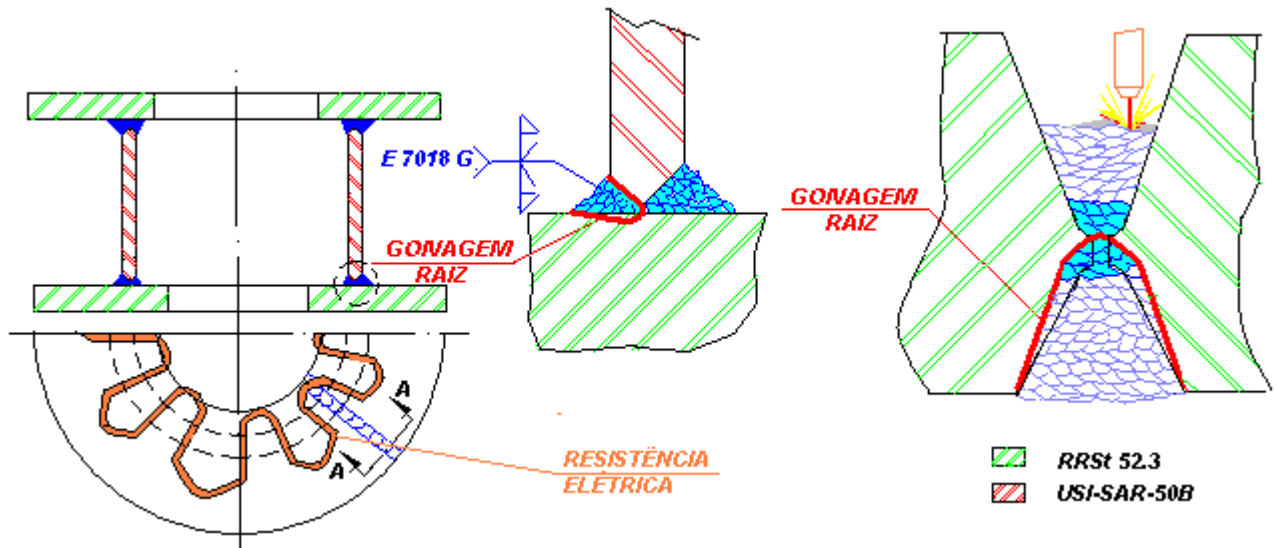
| Processo | Camadas | Metal de adição | | Corrente A | Polaridade | Tensão (V) | Velocidade (cm / min) |
|----------|---------|-----------------|--------|---------------|------------|-----------------|----------------------------|
| | | Camadas | ϕ | | | | |
| SMAW | 1 - 2 | E-7018-G | 5,0 | 140 - 180 | CC+ | 21 - 25 | 10 a 20 |
| SMAW | 3 - 6 | E-7018-G | 6,0 | 190 - 240 | CC+ | 21 - 25 | 25 a 30 |
| SAW | 7 - 45 | EM13K | 4,0 | 490 - 560 | CC+ | 28 - 30 | 25 a 30 |

Soldou-se com a técnica de passe múltiplos com um único arame, pode-se tranquilamente, fazer com a técnica de chanfro estreito e com a técnica de múltiplos arames, que é bem mais rápida mas exige investimentos em máquinas. E um pós aquecimento com temperatura de 250 a 300° C por 4 horas, o ciclo térmico utilizado está resumido na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Ciclo Térmico

| | | |
|--|---------|------------|
| Temperatura de Pré aquecimento | 150 °C | Mínimo |
| Temperatura Interpasse. | 250 °C | Máximo |
| Temperatura de Pós-aquecimento | 350 °C | 2 h mínimo |
| Faixa de Temperatura de Tratamento Térmico | 620 °C | +25 °C |
| Tempo de Permanência de Patamar | 5 horas | Mínimo |

Devido as dimensões da flange que foi soldada, foi necessária o aquecimento por resistências elétricas e isolamento com fibra cerâmicas, outra técnica seria o aquecimento do conjunto em forno e soldar imediatamente após a retirada do forno.



detalhe do flange e projeto construtivo das resistências elétricas e aplicação no conjunto.

Ensaio não-destrutivo
 L.P. 100% na raiz e no acabamento
 U.S. 100% após alívio de tensões