

RECOMENDAÇÕES NA MONTAGEM / SOLDAGEM E INSPEÇÃO EM TANQUES
DE ARMAZENAMENTO.

ÍNDICE:

Espessuras de chapas e chanfros
Procedimento de Soldagem
Montagem
Inspeção

• **Fabricação**

Acabamento das bordas das chapas:

Quando as bordas das chapas forem cortadas a oxigênio, a superfície resultante devem ser lisa e livre de rebarbas e escórias

Tolerâncias dimensionais nas chapas do costado

- a) Comprimento: +- 3mm
- b) Largura: +- 3mm (Medida em qualquer ponto, sendo que a diferença máxima entre duas medidas não poderá ser maior que 4mm)
- c) diferença entre diagonais de uma mesma chapa: máxima 4mm
- d) na calandragem das chapas tomando-se um gabarito de 2m (medidos na corda) as aberturas máximas entre o gabarito e a chapa poderão ser as seguintes:
 - dentro de um metro a partir da extremidade da chapa: 3mm
 - entre os limites acima: 6mm
- e) Flechas medidas no sentido transversal das chapas
 - chapas com espessuras até 12,5mm: 12mm (max.)
 - chapas com espessuras acima de 12,5mm: 10mm(max.)

Obs. As medições das alíneas a, b e c são realizadas antes da calandragem e referem a chapas com 6000mm de comprimento por 2400mm de largura, para dimensões diferente as tolerâncias devem ser proporcional.

Espessuras de chapas e chanfros:

Montagem:

1. Posicionamento das chapas do fundo.
2. Soldagem da parte do fundo situada sob o costado (~200mm) É possíveis 2 modos de disposição das chapas
3. Montagem do 1º e 2º anéis do costado.

Obs. As chapas devem ser cuidadosamente ajustadas e mantidas na posição durante a soldagem, o des-alinhamento das juntas verticais concluídas não deve exceder o maior dos valores a seguir:

- 10% da espessura da chapa
- 2mm

4. Execução das soldas Verticais da 1ª virola (V1) do costado. (fig. 2).
5. Execução das soldas em ângulo entre o costado e o fundo. Os soldadores devem atuar em setores diametralmente opostos. Esta solda está sujeita a uma contração longitudinal elevada, motivo pelo qual somente 200mm do fundo encontra-se soldado nesta fase.
6. Soldagem dos trechos P1 constituindo um anel de chapas marginais no fundo. (fig. 3).
7. Conclusão das soldas V1 e V2.
8. Soldagem da junta horizontal (H1) entre as 1ª e 2ª vênulas. O restante do costado obedece à mesma seqüência, ou seja, cada horizontal é precedida de todas as verticais adjacentes.

Obs. Nas juntas de topo horizontais já concluídas, a chapa não deve projetar-se em qualquer ponto, além da face da chapa inferior, mais do que 20% da espessura da chapa superior, valor este limitado a 3mm; excetuam-se os casos em que a espessura da chapa superior é menor do que 8mm, quando é permitida uma projeção de até 2mm.

9. Soldagem das juntas P2 do fundo.
10. Soldagem das juntas de grande comprimento do fundo na seqüência P3, P4, P5....
11. Soldagem do fundo ao anel marginal (P6). Os soldadores devem atuar em setores opostos. A seqüência (h,i,j) tem por objetivo, obter a máxima planicidade do fundo.
12. Soldagem do teto.

Obs. : As soldagens do costado e do fundo podem ser desenvolvidas em paralelo desde que as verticais do 1º anel estejam concluídas.

- Juntas verticais do costado: estas devem ser soldadas de topo e ter penetração total e fusão completa como obtido por meio de solda de ambos os lados ou por outros meios que resultem numa solda de igual qualidade, internamente e externamente.
- Juntas horizontais do costado: estas devem ser de topo, duplamente soldada e ter fusão completa com o metal base, na espessura requerida da solda. A adequação de preparação da chapa ao procedimento de soldagem deve seguir a seção IX, da última edição do código ASME, salvo exceções específicas. As juntas devem possuir penetração e fusão total numa distância de 75mm de cada

lado da interseção com qualquer junta vertical. As demais seguem os requisitos abaixo:

- As juntas de topo de chanfro simples, incluindo a junção entre, a cantoneira superior de reforço e o costado, devem ter penetração e fusão total, como alternativa, a cantoneira superior de reforço pode ser soldada ao costado por junta sobreposta duplamente soldada;
- As juntas de topo de chanfro duplo e sem chanfro, nos casos em que a espessura de qualquer uma das chapas for menor ou igual a 9,5mm, devem ter penetração total e fusão completa;
- As juntas de topo de chanfro duplo e sem chanfro, nos casos em que ambas as chapas tiverem espessuras superiores a 9,5mm, devem ter pelo menos 2/3 de penetração; qualquer falta de penetração ou fusão adicionadas a mordedura não deve exceder 1/3 da espessura da chapa mais fina, e a zona com falta de penetração ou fusão deve estar preferencialmente no centro da chapa mais fina.

TÉCNICAS DE SOLDAGEM:

A soldagem deve ser executada com soldadores qualificados.

Não deve haver contato de peças de cobre com as áreas aquecidas ou fundidas pela soldagem, excetuando-se as barras para proteção lateral da soldagem eletro-gás e cobre-juntas de cobre não consumíveis em qualquer processo.

O arco elétrico de soldagem deve ser aberto no chanfro ou numa chapa apêndice utilizado para esse fim.

As peças a serem soldadas devem estar isentas de óleo, graxa, ferrugem, tinta, resíduos de líquidos Penetrantes, areia e fuligem do pré-aquecimento a gás, numa faixa de no mínimo 20mm de cada lado das bordas.

As irregularidades e escória do oxi-corte devem ser removidas, no mínimo, por esmerilhamento.

Os depósitos de carbono, escória e cobre resultante do corte com eletrodo de carbono devem ser removidos.

Para as soldagens Mig/Mag e Tig, a limpeza do chanfro e bordas deve ser ao metal brilhante, numa faixa de 10mm pelos lados interno e externo.

As ferramentas de remoção de escória não devem ser de cobre ou ligas de cobre.

Na soldagem de junta vertical com eletrodo revestido de baixo hidrogênio deve ser empregada apenas a progressão ascendente, exceto no passe da raiz, quando removido totalmente na goivagem.

O martelamento de soldas não é permitido para a 1ª e última camadas e, em espessura abaixo de 15mm.

Durante a soldagem, todas as impurezas e defeitos visíveis devem ser removidos.

Em exames de líquidos Penetrantes. ou partículas Magnéticas, após goivagem, a preparação da superfície deve ser no mínimo por esmerilhamento.

- Quando as superfícies a soldar estiverem no mesmo plano, a altura máxima do reforço de solda devem ser o seguinte:

Espessura da chapa (mm)	Altura máxima do reforço de solda (mm)
Ate 12,5	1
Maior que 12,5 ate 25,0	2
Maior que 25,0	3

CONSUMÍVEIS:

A embalagem deve indicar de modo legível a marca comercial, especificação, classificação, diâmetro, n.º da corrida e data de fabricação.

O eletrodo revestido deve dispor de identificação individual por meio de inscrição legível e sem rasuras ou código de cores, conforme indicado na embalagem.

O consumível específico de um determinado processo de soldagem não pode ser empregado em outro processo, a menos por indicação expressa do fabricante ou responsável pelo projeto.

Os eletrodos e varetas e fluxos devem ser armazenados em estufas que atendam as condições de cada especificação de eletrodo. Cabendo ressecagem a temperaturas especificadas. Sendo que para efeito dos requisitos de secagem, as embalagens não são consideradas como estanques. Na estufa de secagem os eletrodos devem ser dispostos em prateleiras, em camada de até 50mm e na estufa de manutenção até 150mm.

Os eletrodos de baixo hidrogênio devem ser ressecados por um período de 1 hora a 350° C.

A estufa portátil de manutenção deve manter a temperatura entre 80 e 100° C.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

A soldagem não deve ser executada quando a superfície da peça, numa faixa de 150mm, centrada na junta a ser soldada, estiver abaixo de 10°C ou úmida. Para temperaturas inferiores, a soldagem pode ser executada desde que a região a ser soldada seja aquecida a no mínimo 50°C. A umidade deve ser removida por meio de secagem com chama.

A soldagem, em hipótese alguma, deve ser executada sob chuva, vento ou poeira proveniente de vento abrasivo.

- Tolerâncias dimensionais

As medições abaixo devem ser verificadas antes do teste hidrostático.

a) Verticalidade

A falta de prumo máxima permissível entre o topo e o fundo do tanque não deve exceder 1/200 da altura total do tanque.

b) Circunferência

Raios medidos a partir de 300 mm acima da solda de canto entre o fundo e o costado não devem exceder as seguintes tolerâncias:

Faixa de diâmetros (m)	Tolerância radial (mm)
0 a 12 inclusive	+ - 15
12 a 45	+ - 20
45 a 75	+ - 25
Acima de 75	+ - 35

c) Barrigas

Barrigas horizontais ou verticais medidas por intermédio de gabaritos de 1000mm de comprimento, não devem exceder 15mm

- **Inspeções e testes**

a) Soldas de união das chapas do fundo do tanque

Realizar ensaios por partículas magnéticas, através de equipamento portátil tipo Yoke.
Corrente alternada
Método via úmida fluorescente

Critério de aceitação:

Isento de trincas, mordeduras ou outras descontinuidade que põem em risco o equipamento.

b) Soldas verticais e horizontais do costado

Serão realizados ensaios por ultra som nas soldas verticais e horizontais do costado quando forem especificadas solda com penetração e fusão completa.

Critério de aceitação:

Critério de Aceitação/Rejeição

Quando não existir critérios específicos será aplicado conforme ASME Seção VIII - Divisão 1 - Apêndice 12.

Imperfeições que produzam uma resposta maior que 20% da curva de referência devem ser investigadas para determinação da forma, identificação, localização e avaliadas conforme descrito a seguir:

a) Indicações caracterizadas como trincas, falta de fusão ou penetração incompleta não são aceitáveis, independente do comprimento.

b) Outras imperfeições não são aceitáveis se as indicações excederem a amplitude do nível de referência e tiverem comprimento que excedam a:

- (1) 6mm, para t até 19mm;
- (2) $1/3 t$, para t de 19mm a 57mm;
- (3) 19mm, para t acima de 57mm.

Onde “t” é espessura da solda excluindo qualquer reforço permissível.

Para uma solda de topo unindo duas partes com espessuras diferentes na solda, “t” é a menor destas duas espessuras. Se uma solda de penetração total incluir uma solda de filete, a espessura da garganta do filete deve ser incluído em “t”.

c) Além das indicações citadas em “a” e “b” acima, devem ser registradas todas as indicações cujas amplitudes excederem a 50% do nível de referência.

TESTE DO COSTADO

Após a conclusão de todas as soldas do costado e antes de se conectar qualquer tubulação, o tanque deve ser testado por um dos seguintes métodos:

a) Teste hidrostático do costado :este teste se destina à verificação de vazamentos, pelo enchimento completo do tanque com água; a temperatura mínima da água deveser compatível com o material utilizado para as chapas do costado como especificado na tabela a baixo; para tanques de teto fixo, a altura da coluna de água deve ultrapassar de 50mm do topo da cantoneira de reforço da borda superior do costado; para tanques sem teto ou de teto flutuante a altura da coluna de água não deve ultrapassar o topo da cantoneira de reforço da borda superior do costado, ou a parte inferior de qualquer ladrão que limite à altura de enchimento; o enchimento do tanque de ser feito de forma controlada como descrito a seguir, para evitar que possa ocorrer uma ruptura na fundação do tanque; quando especificado pelo comprador, para o primeiro tanque testado em um determinado local recomenda-se fazer medições e registros dos recalques de fundação, utilizando-se de meios adequados; os serviços de medição e registros dos recalques de fundação, correrão

por conta do comprador ou empreiteiro da fundação; dependendo dos resultados que forem obtidos nesse primeiro teste, esses cuidados poderão ser relaxados, ou, pelo contrário, feitos com maior rigor para os demais tanques no mesmo local; para as medições de nível devem ser marcados, no mínimo, quatro pontos ao longo da circunferência para os tanques com diâmetros até 25 m, e 8 pontos para tanques com diâmetros maiores: quando as condições do solo forem boas e os recalques esperados forem pequenos, o tanque poderá ser cheio até a metade, o mais rapidamente possível, dependendo do seu volume e das possibilidades de bombeamento e suprimento de água; em seguida, antes de se prosseguir no enchimento, deverão ser medidos os pontos de referência de nível para se verificar se houve algum recalque exagerado ou desigual; em caso negativo, o tanque poderá ser cheio até $\frac{3}{4}$ do volume, quando então deverá ser feita nova medição de nível; desde que os recalques continuem por igual e dentro dos limites esperados, o tanque poderá ser cheio até o final, e novamente deverão ser medidos os níveis; a carga completa de água deverá ser mantida por 48 horas, no mínimo: caso os níveis mantenham-se sensivelmente constantes, o tanque poderá ser esvaziado; desde que o comportamento da base desse primeiro tanque seja satisfatório, para os demais tanques no mesmo local poderão ser dispensadas as medições com $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ do enchimento; em terrenos fracos, onde puderem ser esperados recalques da ordem de 30 cm, ou quando for possível a ocorrência de deslizamentos, a velocidade de enchimento do tanque deverá ser bem menor; o início do enchimento deverá ser feito a não mais do que 0,6 m por dia, até o nível da água atingir cerca de 3.0 m, quando deverá ser interrompido o enchimento, e anotadas diariamente as medições nos pontos de referência de nível, para acompanhar a variação dos recalques com o tempo; quando o acréscimo diário dos recalques começar a diminuir, pode-se prosseguir o enchimento do tanque, acrescentando-se cada dia uma quantidade menor de água, desde que as medições de nível mostrarem que os recalques estão diminuindo a cada novo aumento de carga; quando o enchimento do tanque estiver próximo do final, a admissão de água deverá ser feita pela manhã, depois de uma primeira verificação dos níveis, para que se possa ter o dia inteiro para acompanhar os recalques, e também a possibilidade de esvaziar o tanque caso haja um acréscimo anormal nos recalques: em solos fracos, esse teste pode se prolongar por bastante tempo, e nesse caso o montador do tanque deverá ser avisado no pedido de compra do tanque para as devidas providências no seu cronograma de teste e entrega dos tanques: os dados de natureza e espessura das diversas camadas do sub-solo, obtidos em sondagens, poderão fornecer alguma indicação para a altura inicial de enchimento e as pausas necessárias; quando necessário deverão ser previstos meios para o rápido esvaziamento do tanque, sem que sejam afetada a base do tanque e os terrenos vizinhos.