

aperam  
made for life

Orientações para mandrilamento  
de tubos de aços inoxidáveis

## Mandrilamento de tubos de aços inoxidáveis

O mandrilamento é uma fase muito importante na montagem do equipamento. Portanto, a Aperam enfatiza a importância de sempre consultar uma empresa especializada, tanto para o fornecimento de equipamentos, quanto na prestação deste serviço. Seguem algumas orientações gerais básicas.

Para realizar a tarefa de expandir tubos são indicadas as seguintes ferramentas:

- » Mandriladora ou expansora elétrica/pneumática com controle eletrônico de torque, manuseada por operador experiente, que possa encontrar por meio de testes iniciais, a pressão adequada, necessária para que possa ocorrer a estanqueidade e sem que haja estrangulamento ou redução excessiva da parede do tubo quando da operação;
- » Expandidor cônico e ou paralelo de no mínimo quatro rolos, preferencialmente de cinco rolos, que possibilita aperto mais suave e uniforme;
- » Medidor interno de tubos, com a finalidade de um melhor controle do diâmetro interno dos tubos, de modo a garantir a medida correta de expansão;
- » A Aperam não recomenda em hipótese alguma a utilização da técnica de “pancadas” para a pré-expansão dos tubos. Essa técnica é extremamente prejudicial às propriedades dos tubos e pode causar trincas na costura do mesmo;
- » A pré-expansão pode ser realizada com a própria mandriladora ou expansora que será utilizada para expansão. Outra técnica utilizada pelas usinas é realizar uma pequena dobra na extremidade do tubo, pode ser uma ou duas, dependendo da abertura do espelho. Essa pequena dobra é suficiente para prender o tubo na calandra.



### Descrição das Operações

Definido o expandidor, em função do diâmetro e espessura da parede do tubo e do espelho, deve-se adotar a prática de limpá-lo sempre e resfriá-lo em um solvente (querosene), a cada cinco tubos expandidos, com dois objetivos:

- 1) retirar partículas que se formam durante a operação.
- 2) diminuir o desgaste da ferramenta.

Observar a cada limpeza a presença de arranhões que possam ser transferidos para os roletes. Trabalhar no mínimo com dois expandidores simultaneamente, sendo um em operação e outro em repouso no solvente.

Como o início de qualquer processo está sujeito a ajustes de operação, podem ocorrer pequenas perdas de tubos.

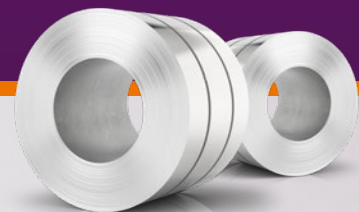
### A Aperam recomenda duas alternativas para a operação de pré-expansão:

- 1) Utilizar a mandriladora elétrica e ou pneumática, na embalagem dos tubos: corta-se a cinta de embalagem que prende o feixe tubular, introduz-se o expandidor e faz-se a pré-expansão, no limite necessário para que o tubo possa ser suspenso pelo espelho superior.
- 2) Utilizar a mandriladora no espelho: coloca-se o tubo no furo do espelho (sem a pré-expansão) e fixa-o no espelho na parte inferior com auxílio de um alicate de pressão, para evitar que possa cair ou se movimentar, e inicia-se a expansão do tubo.

É importante utilizar graxas adequadas (grau alimentício) para a lubrificação durante as operações de expansão. Para evitar que o tubo seja expandido, além da face interna do espelho, com risco de cortá-lo na borda inferior do furo, recomenda-se deixar o comprimento da região expandida cerca de 3 mm além da face interna do espelho.

Normalmente, quase todos os equipamentos tubulares, sejam evaporadores, aquecedores, cozedores, trocadores de calor, os tubos expandidos ficam com essa pequena projeção para fora do espelho (3 a 13mm).

Para o correto posicionamento do expandidor, e para evitar movimentação dos tubos durante expansão, recomenda-se a utilização de um gabarito ou batente para o expandidor, evitando-se ainda que haja o seu contato com o espelho.



## Mandrilamento de tubos de aços inoxidáveis

Para determinação da expansão ótima, o procedimento mais prático e produtivo consiste no uso de um controlador automático que desliga a máquina mandriladora quando determinado nível de torque pré-selecionado é atingido, levando todos os tubos à mesma taxa de expansão. Faz-se a seleção do nível de torque expandido de alguns tubos num corpo de prova. Inicia-se num nível baixo e entre expansões sucessivas, eleva-se ligeiramente o nível até atingir a taxa desejada. A partir daí expande-se toda tubulação uniformemente.

Na prática convencionou-se que a expansão ótima será obtida através da determinação da redução da parede do tubo durante o processo de expansão. Então a medida de redução da parede pode ser facilmente medida com uma simples aferição do diâmetro interno do tubo, antes e após expansão. Os aços inox podem ser expandidos, no limite, até 20%. Na prática, de 4% a 10% de redução de parede são suficientes.

## Exemplo prático

Cálculo do diâmetro até o qual deve ser expandido um tubo de inox de 38,10 mm de espessura de 1,50 mm para uma taxa igual a 4%.

Considerar uma expansão com os seguintes parâmetros:

- » B = diâmetro do furo do espelho que é igual ao diâmetro externo do tubo na tolerância positiva máxima, acrescido de uma folga de 0,3%.
- » D = diâmetro externo do tubo
- » Tol.tubo = +/- 0.23 mm
- » E = espessura da parede do tubo
- » d i = diâmetro interno tubo (antes da expansão)
- » d f = diâmetro interno tubo (após expansão)
- » t = taxa de redução da espessura da parede (%)



**Solução: Cálculo do diâmetro do furo**  
espelho =  $(38,1 * 0,3/100) + (38,1 + \text{tol. tubo}) = 38,44 \text{ mm.}$

**Tem-se:**

- » B = 38,44 mm
- » E = 1,50 mm
- » D = 38,10 mm
- » t = 4%
- » d i =  $D - 2E = 38,10 - 2 * 1,50 = 35,10 \text{ mm}$
- » d f =  $B - 2E(1 - t/100) = 38,44 - 2 * 1,50(1 - 4/100) = 35,56 \text{ mm}$



2018  
melhores  
empresas  
você/s/a  
para trabalhar



*Produzido com energia limpa e 100% sustentável*

Av. Brigadeiro Faria Lima, 1355 - 20º andar  
CEP 01452-919 - São Paulo/SP - Brasil

Contato: [marketing@aperam.com](mailto:marketing@aperam.com)

[brasil.aperam.com](http://brasil.aperam.com)

