

# SOLDAGEM DE FLANGE EM TUBO DE ALUMÍNIO

Autor: Tarcísio Egas Belluzzo

## Material A

SB 210 tp 6061

Diâmetro: 6 polegadas

Espessura da parede : 8mm

Grupo ASTM : M23 / ASME IX P23

Tempera : T4 , adotada essa tempera devido as características mecânicas  
>Solubilizado e envelhecido naturalmente até condição estável

Composição química : Conforme ASME II parte B 2 .10

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Outros CADA	TOTAL*
0,4 a 0,8	0,7	0,15 a 0,4	0,15	0,8 a 1,2	0,04 a 0,35	0,25	0,15	0,05	0,15

\* Outros elementos

% de alumínio diferença entre 100% e a somatória dos demais %s superior a 0, 010% expressa até a segunda casa decimal

**Deverá ser exigido do fabricante certificados com composição química**

## Propriedades mecânicas

**Resistência a tração; 30ksi –min.**

**Limite de escoamento: 35 ksi – min. (determinável para tubo reto)**

Características;

Mg : aumenta a resistência a corrosão em atmosferas marinhas, melhora a soldabilidade e usinabilidade

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

Aplicações : Barcos, carrocerias de ônibus e tanques criogênicos

Si : Abaixa o ponto de fusão ;melhora a resistência a corrosão e fundibilidade

Aplicações soldagens fortes e peças fundidas

Apresenta fragilidade a quente, podem sofrer fissuração durante a solidificação após soldagem ( se soldado sem enchimento ou com o mesmo material)

Metais de adição recomendados:

Metais de Adição recomendados : Al-Mg com 4,5% a 5,5% de Mg ou Al-Si ,com o objetivo de conduzir a composição do metal de solda a uma faixa que não sofra a fissuração a quente.

### **Material B**

SB 209 tp 5052

Espessura da parede ; 10mm

Grupo ASTM : M22 / ASME IX P22

Tempera : H 32 , adotada essa tempera devido as características mecânicas

Composição química : Conforme ASME II parte B 2.09 -

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Outros CADA	TOTAL*
0,25	0,4	0,10	0,10	2,2 a 2,8	0,15 0,35	0,10	-- -	0,05	0,15

\* Outros elementos

% de alumínio diferença entre 100% e a somatória dos demais %s superior a 0, 010% expressa até a segunda casa decimal

**Deverá ser exigido do fabricante certificados com composição química**

### **Propriedades mecânicas**

**Resistência a tração; 31ksi –min. a 38ksi Max**

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

**Limite de escoamento: 23 ksi – min.**

Características;

Mg : aumenta a resistência a corrosão em atmosferas marinhas, melhora a soldabilidade e usinabilidade

Aplicações: Barcos, carrocerias de ônibus e tanques criogênicos

Liga sujeita a trinca a quente durante a solidificação se for usado o mesmo metal de adição, esse risco aumenta se a solda for realizada sob condições de alta restrição, este problema poderá ser resolvido se o teor de magnésio na poça ir para mais do que 3%.

Analizando a característica dos dois materiais (A e B) que estão sujeitos a trinca a quente e a necessidade de elevarmos a % de magnésio na poça de fusão acima de 5% os materiais mais indicados são

**ER 5356 e ER 5556**

**Irei adotar o ER5356 CONFORME INDICAÇÃO do guia para seleção de materiais de adição da norma ASME II parte C 5.10**

F22

Composição química: Conforme ASME II seção C 5.10

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Outros CADA	TOTAL*
0,25	0,4	0,10	0,05 a 0,20	4,5 a 5,5	0,05 a 0,2	0,10	0,06 a 0,2	0,05	0,15

\* Outros elementos

% de alumínio diferença entre 100% e a somatória dos demais %s superior a 0, 010% expressa até a segunda casa decimal

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

**Deverá ser exigido do fabricante certificados com composição química**

### **Armazenagem e manuseio dos metais base e de adição**

Um dos problemas críticos na soldagem do alumínio é o aparecimento de porosidades que são provenientes das condições de armazenagem, pois os materiais vão sendo cobertos com óleo, sujeira, umidade e uma camada variável de óxido hidratado, tais contaminantes contém hidrogênio que serão decompostos pelo arco elétrico durante a soldagem, liberando hidrogênio atômico que é absorvido pela poça de fusão, durante a solidificação esse alumínio se separa da poça e aglutina-se em bolhas no alumínio, que enxergamos como porosidade

O ponto de fusão do alumínio é de 650°C e seu Óxido funde em torno de 2000°C e quando presente em alto teor, pode facilmente causar falta de fusão e defeitos provenientes da inclusão de óxidos. Seguem recomendações que deverão ser seguidas antes da utilização dos MB e MA:

#### **Metal Base (MB)**

Manter o metal base verticalmente e espaçadamente para que ocorra a circulação de ar no sentido de diminuir os pontos de contatos, deixá-los se possível sobre pallets.

Armazenar dentro de sala aquecida, se possível com temperatura constante, com controle da umidade

Desengraxar para remoção dos óxidos e líquidos provenientes do processo de fabricação do material com tolueno

Utilizar escova de aço manual para a remoção dos óxidos após o desengraxar

#### **Metal de adição (MA)**

Armazenar dentro de sala aquecida, se possível com temperatura constante, com controle da umidade

Manter os arames na área de soldagem durante 24h antes de desembalar para permitir que sua temperatura se iguale à do ambiente

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

Armazenar o material desembalado em local aquecido. Cobrir todo o equipamento de soldagem para proteger da poeira.

Desengraxar para remoção dos óxidos e líquido de trefila com tolueno

### **Preparação da junta**

Deve ser utilizada usinagem mecânica para a preparação da superfície para a soldagem, deve ser evitados a utilização de lubrificantes e líquidos refrigerantes para evitar que o metal fique engordurado e as ferramentas devem estar bem afiadas.

A usinagem por serra também pode ser utilizada;

Velocidade da lâmina: aço-rápido circular (2400m/min)

Carbeto circular (3600 m/min)

Serra de fita (1500m/min)

Evitar o uso de líquidos refrigerantes e lubrificantes.

### **Gás de Proteção**

Deverá ser utilizado como gás de proteção Argônio com grau de pureza 99, 998% com certificado de análise do fabricante.

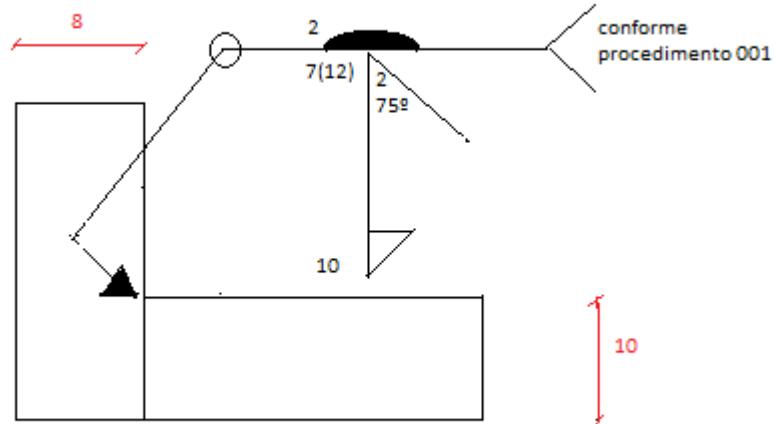
Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

### **Junta em ângulo flange x tubo**



Ângulo da Junta 75º , para garantir fusão , devido a molhagem da poça de fusão do alumínio ser deficiente uma junta mais estreita poderia dar falta de fusão

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

## **Procedimento de trabalho (soldagem) 01**

Após usinagem e limpeza do MB e do MA , executar a montagem da peça a ser soldada(junta) com ponteamento manual com o processo TIG , executar verificação alinhamento e inspeção visual .

Deverá se executada solda na raiz com penetração completa na junta pelo processo GTAW, manualmente com giro do tubo, no sentido anti-horário, com velocidade conforme parâmetros especificados no procedimento.

Antes do início da soldagem deverá ser executado ensaio visual, conforme AWS B1.11 ,e pré aquecimento de no máximo 55º C(AWS D1.2), após soldagem deverá ser feito os seguintes testes inspeção visual , líquido penetrante e radiografia em toda extensão da junta conforme recomendado AWS B1.10).

Após aprovação nos testes acima pré- aquecer novamente a 55°C e executar a soldagem de enchimento da junta com o processo GMAW modo de transferência por spray, conforme parâmetros especificados, com dispositivo fixando a tocha de soldagem com ângulo de trabalho 15º, no centro da junta, com giro do tubo no sentido anti-horário. Após soldagem deverão ser repetidos os ensaios de inspeção visual, líquido penetrante e radiografia.

Realizar usinagem do lado oposto deixando acabamento plano, após usinagem realizar ensaio líquido penetrante em toda junta

### **Ensaios para garantia da Junta Soldada**

#### **1) Ensaios não Destruivos**

- 1-a) Ensaio Visual, deverá seguir os critérios de aceitação da norma AWS D 1.2 item 3.6
- 1-b) Líquido Penetrante
- 1-c ) Radiografia

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

## **Ensaios destrutivos**

Este ensaio deverá ser realizado com chapa de teste soldada conforme os parâmetros definidos para a soldagem da junta:

- 1) Ensaio de Fratura

## **Parâmetros de Soldagem**

### **1) Processo TIG**

Vazão de gás= 15l/min

Diâmetro de bocal =12 mm

Diâmetro do eletrodo de Tungstênio = 4 mm

Diâmetro da vareta = 4,8mm ( 7 kg/100m)

### **Corrente de Soldagem I =170A a 200 A**

Velocidade de Soldagem = 5 mm/seg. (rotação do dispositivo)

Numero de passes = 01 passe com penetração total e reforço de raiz de 2 mm

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

## Equipamento de Soldagem :Marca :Kemppi Mod. : Mastertig 3500W AC/DC



MASTERTIG AC/DC	3500W
Tensão de alimentação	-
	400-15%...+20%
Fusível retardado (A)	-
	20A
Potência nominal	350A (60%)
	280A
Faixa da corrente de soldagem (A)	3...350
	10...350
	10 ...350
Dimensões externas (mm)	690 x 260 x 870
Peso (kg)	74

## 2) Processo MIG

Vazão de gás= 25l/min

Diâmetro de bocal =30 mm

Diâmetro do eletrodo = 1,6mm ( 9 kg/100m)

**Corrente de Soldagem I =220A a 280 A**

Velocidade de Soldagem = 8 a 13 mm/seg. (rotação do dispositivo)

Numero de passes = 01 passe de enchimento

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

## **Equipamento : Marca kemppi :Pro- Evolution 4200**



<b>PRO EVOLUTION</b>	<b>4200</b>
Tensão da alimentação	400-15%...+20%
Cabo de alimentação / fusível retardado	4 x 6S-5 m /35A
Capacidade de carga	10A...420A
	5A...420A
	12V...41V
Tensão da soldagem máx.	46V / 400A
Fator de potência	0.93
Dimensões (mm)	530 x 230 x 520
Peso (kg)	41

## **Custos**

Vareta TIG-5356 = R\$ 30,00 /Kg (Fornecedor : Brastak) custo por junta = R\$ 1,05/junta

Arame MIG-5356 = R\$ 27,00/Kg (Fornecedor: Brastak)custo por junta =R\$ 1,21/junta

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

Gás de Proteção : R\$ 20,00/m<sup>3</sup> (Fornecedor : White Martins)

### **Dispositivo para giro da peça**



Mesa posicionadora giratória para automação em soldagem

Marca ESAB – **Modelo HB5** –Conforme catálogo anexo

### **Tratamento térmico**

Após término da soldagem realizar tratamento de solubilização e envelhecimento artificialmente T6.

Fontes ASME SECTION II 1998

AWS B1. 11 /AWS D1. 2/AWS B1.10

MANUAL ALCAN

APOSTILA EUTECTIC-CASTOLIM-SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS