

SUMIG III



PROCESSO TIG

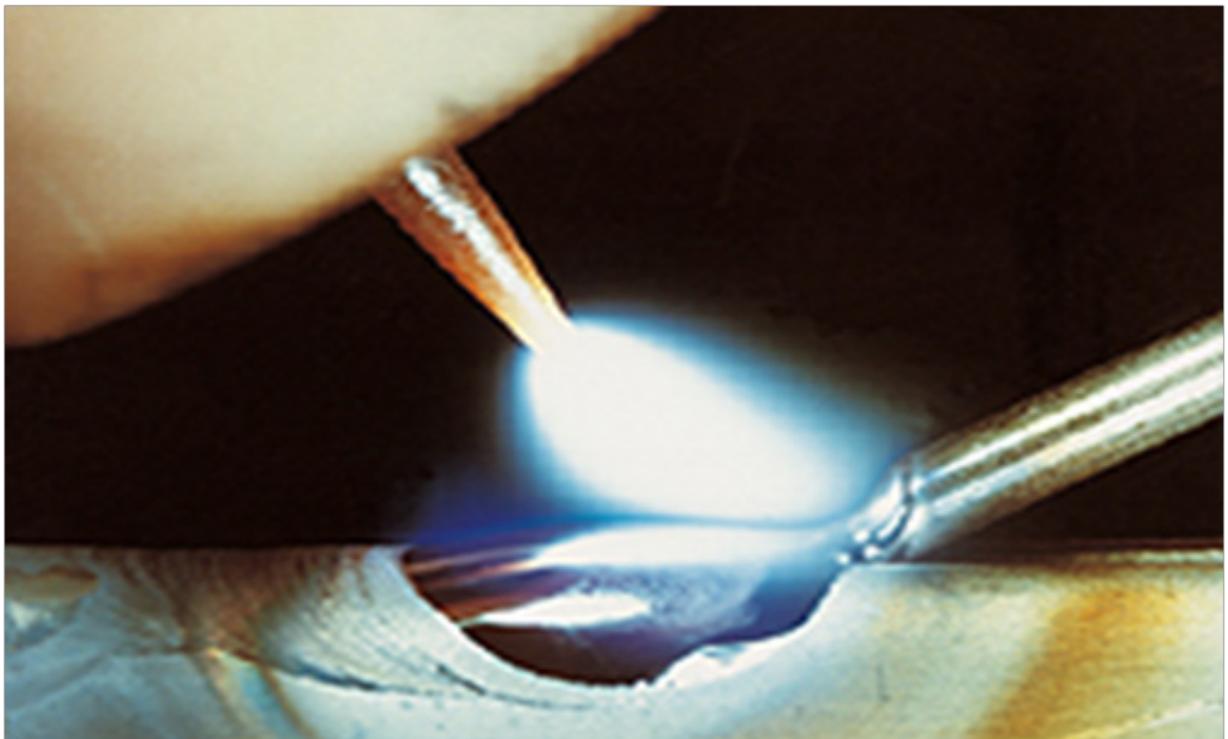
Rev. 08/2014-V2

ATENÇÃO

Importante: Leia este manual atentamente antes de utilizar o produto. Em caso de falta de experiência ou desconhecimento dos métodos e o funcionamento seguro, consulte o site da SUMIG para escolha de um técnico credenciado de sua preferência. Não tente instalar, ou efetuar a manutenção sem a qualificação necessária. Em caso de dúvidas a respeito da instalação e utilização, contate a área técnica da SUMIG pelo fone +55 54 3220-3900- Caxias do Sul - RS. CNPJ 92.231.629/0001-53 - Site: www.sumig.com

Um breve histórico

O processo de soldagem a arco com eletrodo não consumível e proteção gasosa (Gás Tungstênio Arc Welding - GTAW). Apesar do conceito deste processo ser antigo (1919), o mesmo se desenvolveu em torno de 1940 nos EUA - em plena 2ª guerra mundial para realizar soldas de alta qualidade sobre ligas de alumínio, aços inoxidáveis e magnésio. Hoje este processo é largamente usado para soldar metais de espessuras de 0,2mm a 8mm, além dos metais citados acima em cobre e suas ligas, titânio e zircônio, níquel e suas ligas. Devido à sua pequena taxa de deposição, 0,2 a 2kg/h este processo geralmente não é empregado em chapas grossas, no entanto, existindo requerimento de alta qualidade (tais como estanqueidade, etc.) juntas de grande espessura podem ser soldadas completamente ou somente o passe de raiz realizado com TIG.



1.0 FUNDAMENTOS DO PROCESSO

O processo consiste em um aquecimento localizado da região a se unir, até que esta atinja o ponto de fusão, formando-se então a poça de metal líquido, que receberá o metal de adição também na forma fundida. O processo também conhecido por TIG (Tungsten Inert Gas), sigla em Inglês para o mesmo processo é GTAW (Gas Tungsten Arc Weld).

A energia necessária para fundir tanto o metal base quanto o metal de adição, é fornecida pelo arco elétrico.

No arco elétrico temos cargas elétricas fluindo entre dois eletrodos através de uma coluna de gás ionizado como mostra a figura abaixo:

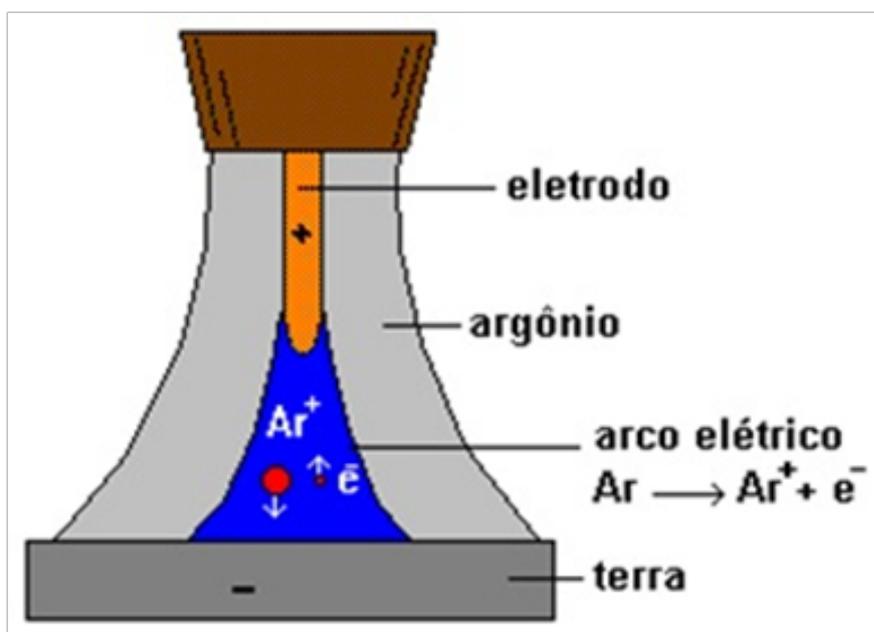


Figura nº1: arco elétrico utilizando o argônio como gás de ionização.

Para isolar a região de soldagem dos contaminantes atmosféricos (nitrogênio, oxigênio e vapor d'água), que prejudicam as propriedades mecânicas da junta, são utilizados gases de proteção com características químico-físicas específicas que também ajudam a formar e manter o arco elétrico estável.

A altura do arco elétrico é controlada pela diferença de potencial (voltagem) aplicada entre os eletrodos, no caso do processo MIG/MAG, ou pela distância eletrodo peça no caso do processo TIG, e sua intensidade pela corrente elétrica (amperagem) que se faz fluir através da coluna de gás ionizado (plasma).

2.0 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

- Processo de baixa taxa de deposição em soldagem manual: 1,3 kg / hora;
- Solda em todas as posições;
- Solda praticamente todos os metais industrialmente utilizados;
- Pouca geração de fumos;
- Solda espessuras a partir de 0,2mm, mas requer soldadores altamente qualificados;
- Pode ser aplicado em juntas onde não é necessária a utilização de metal de adição (solda autógena);
- Muito empregado em passes de raiz. Produz soldas com ótimas propriedades mecânicas;
- Ótimo acabamento.

O processo pode ser automatizado. O processo TIG, na maior parte de sua aplicação, é um processo essencialmente manual de soldagem.

Aplicado principalmente na soldagem de chapas finas (0,2 a 3,0 mm) de aço ao carbono, aços inoxidáveis, alumínio e suas ligas, cobre e suas ligas, titânio etc., e onde os requisitos de propriedades mecânicas ou acabamento exigem este tipo de processo de soldagem.

O calor necessário para a realização da operação de soldagem é fornecido pelo arco elétrico que é estabelecido a partir de um eletrodo não consumível de tungstênio puro ou ligado. Para evitar a oxidação deste eletrodo por gases ativos como o CO e o Oxigênio, são utilizados neste processo gases inertes puros, combinados ou não. A escolha da proteção ideal depende da espessura e tipo de metal base a ser soldado.

Durante a operação de soldagem manual, após a determinação da corrente de soldagem e vazão de gás, o soldador deve controlar a altura do arco elétrico, a velocidade de soldagem e a alimentação do metal de adição através de varetas.

As figuras nº2 e nº3 ilustram o processo e os equipamentos utilizados.

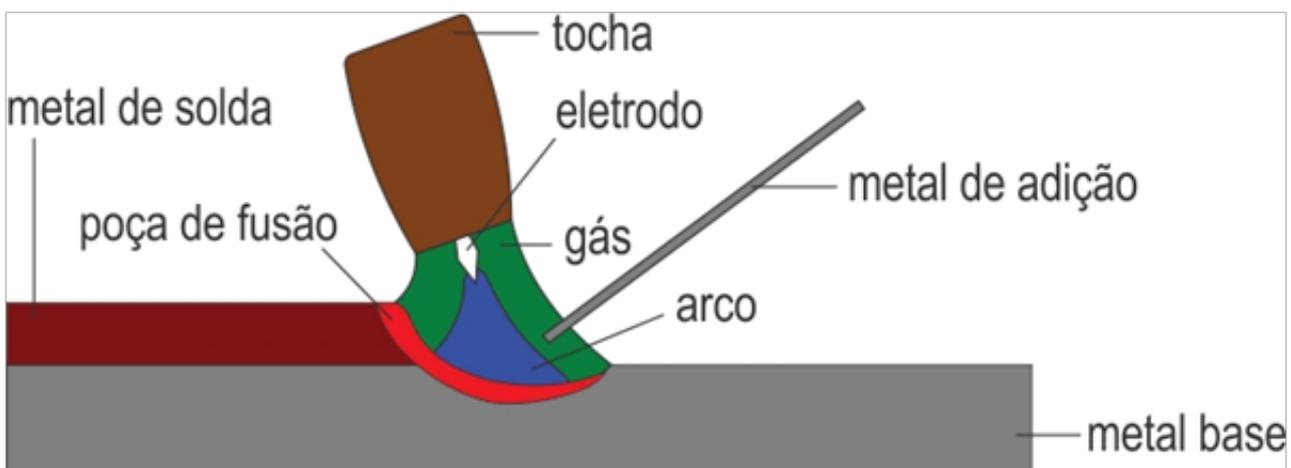


Figura nº2: esquema do processo TIG

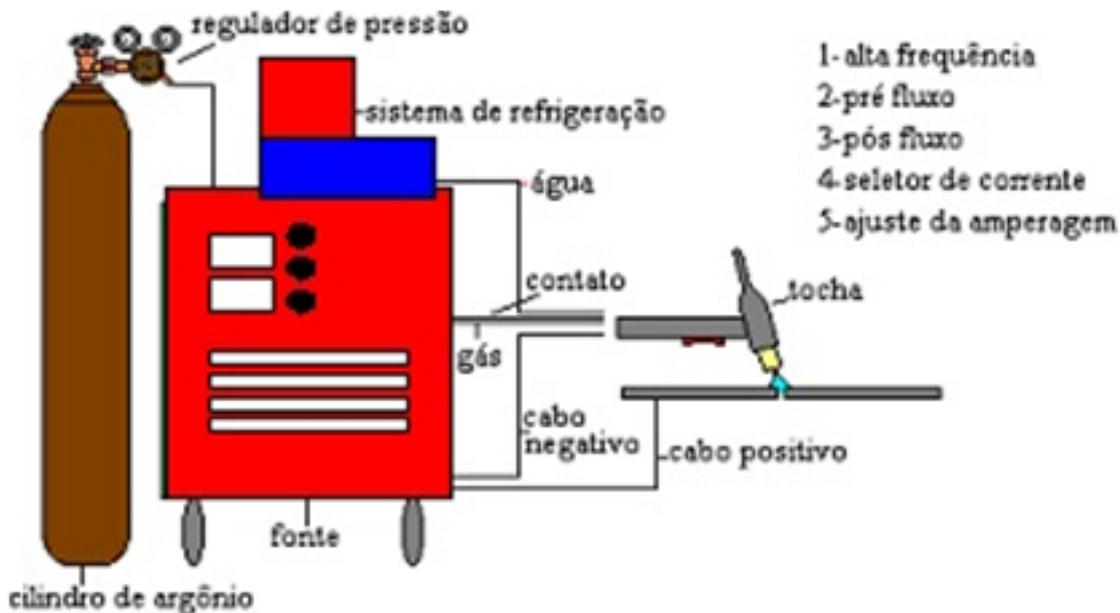


Figura nº3: componentes para aplicação do processo TIG



Figura nº4: Equipamentos utilizados no processo TIG

A fonte de soldagem fornece corrente (amperagem) constante podendo ser contínua ou alternada. Com corrente contínua deve-se utilizar a polaridade direta, isto é, o eletrodo conectado no polo negativo e a peça no polo positivo. O valor e tipo da corrente dependem da espessura e tipo de metal base a ser soldado.

Na fonte, além do controle do valor da corrente de soldagem, temos o pré fluxo de gás que determina o intervalo de tempo entre o início da vazão e a ignição do arco elétrico (protegendo o eletrodo na abertura do arco elétrico), o pós fluxo que determina o intervalo de tempo entre a extinção do arco e o fim da vazão de gás (protegendo a poça de fusão e o eletrodo, ainda quentes, da oxidação no final da operação de soldagem) e a intensidade da corrente de alta frequência (utilizada para ignitar o arco elétrico e estabilizar o arco com corrente alternada).

3.0 GASES DE PROTEÇÃO

Os gases utilizados neste processo devem ser inertes, daí a denominação TIG (Tungsten Inerte Gas). O fato de se usar um eletrodo não consumível, impõe a necessidade de se usar gases como atmosfera protetora, de forma que não deteriorem o eletrodo de tungstênio nas temperaturas de soldagem. Devido a isto, os gases mais utilizados são o argônio, hélio e misturas argônio-hélio e argônio-hidrogênio.

- Argônio:

Devido às suas características não reativas e apresentar baixo potencial de ionização, é o gás mais utilizado na soldagem TIG. Proporciona uma fácil abertura de arco elétrico. Por causa da baixa condutividade térmica, a coluna de arco é constricta, gerando um perfil de penetração estreito e profundo, tipo taça. O argônio puro é mais usado em soldagens manuais de qualquer material. O uso de hélio puro em soldagem TIG, é preferido em relação ao argônio para soldagem de chapas mais grossas, especialmente em materiais que tenham elevada temperatura de fusão ou alta

condutividade térmica, ou também em soldas mecanizadas, onde possam ser desenvolvidas maiores velocidades, as misturas argônio-hélio e argônio-hidrogênio apresentam maior produtividade.

- Hélio:

O uso do hélio puro trás algumas desvantagens, como dificuldade de abertura de arco e instabilidade de arco, devido ao alto potencial de ionização.

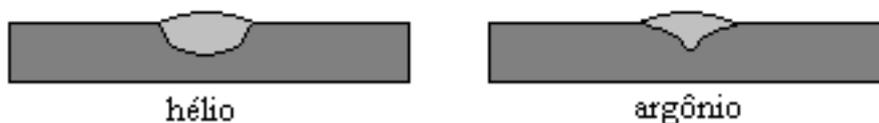


Figura nº3: Perfil da penetração de solda com os gases hélio e argônio.

- Misturas Argônio-Hélio:

Cada um dos gases possuem vantagens e desvantagens específicas. Essas dificuldades em grande são superadas ao trabalharmos com os gases misturados. Maior aporte térmico em relação ao argônio puro, facilidade de abertura de arco e boa estabilidade são algumas das vantagens obtidas.

- Misturas Argônio-Hidrogênio:

O hidrogênio é misturado ao argônio, para melhorar as propriedades térmicas. A atmosfera redutora produzida melhora as condições de molhabilidade da poça de fusão.

- Pureza dos Gases:

Dependendo do metal a ser soldado e do processo empregado, o grau de pureza do gás influenciará na velocidade de soldagem, acabamento do cordão e principalmente porosidade. Os efeitos de qualquer tipo de impureza, isoladamente ou em combinação com outras em muitos materiais e processos, criam uma série de possibilidades de ocorrência de defeitos e problemas.

4.0 FONTES DE SOLDAGEM NO PROCESSO TIG

As fontes para o processo TIG são do tipo corrente constante podendo fornecer corrente contínua, alternada com onda senoidal ou quadrada, e correntes pulsadas (as fontes utilizadas no processo eletrodo revestido podem ser “facilmente adaptadas” ao processo TIG). Os valores de corrente fornecidos pelas fontes TIG- Inversoras (ex. TIGER 160) geralmente variam de 5 a 500 A abrangendo uma grande gama de espessuras a partir de 0,2 mm. A tensão em circuito aberto não ultrapassa 80V para a segurança do operador.

5.0 CORRENTE ELÉTRICA NO PROCESSO TIG

O tipo de corrente elétrica utilizada neste processo influencia a penetração de solda, a limpeza superficial dos óxidos da superfície do metal base e o desgaste do eletrodo de tungstênio.

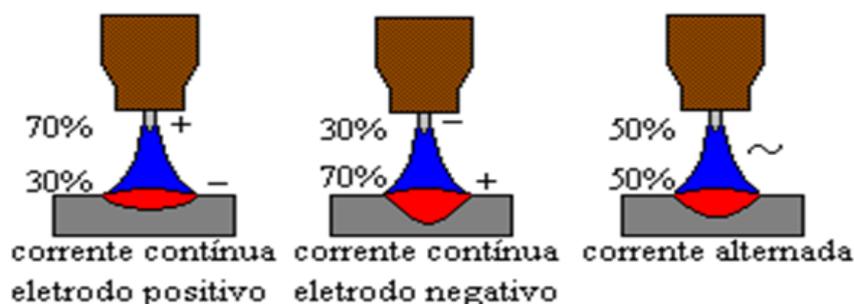


Figura nº5: Influência do tipo de corrente elétrica na penetração e na condução de calor.

- Corrente Contínua Polaridade Direta: (eletrodo negativo) é recomendada apesar de não proporcionar ação de limpeza. Com este tipo de corrente a penetração é profunda e o desgaste do eletrodo é minimizado.

- Corrente Contínua Polaridade Inversa: (eletrodo positivo) a ação de limpeza é eficiente mas o desgaste excessivo do eletrodo inviabiliza a aplicação deste tipo de corrente.

- Corrente Alternada: temos características intermediárias as anteriores. Este tipo de corrente por promover média penetração e ação de limpeza satisfatória é a indicada para a soldagem do alumínio, magnésio e suas ligas, metais onde a limpeza dos óxidos superficiais é fundamental na realização da operação de soldagem. Sempre que for utilizada este tipo de corrente, o ignitor de alta frequência permanece acionado durante toda a operação de soldagem para estabilizar o arco elétrico.

- Corrente Pulsada: o fato de a corrente ser pulsada e não constante no tempo permite a produção de juntas com muito melhor qualidade porque, no mínimo, quando comparado com o TIG convencional, apresenta as seguintes vantagens:

- Utiliza menor energia de soldagem;
- Melhora em muito ao controle sobre a geometria do cordão;
- Aumenta a espessura do metal base que pode ser soldado;
- Promove autolimpeza do eletrodo;
- Aumenta a tolerância admitida nos parâmetros de soldagem;
- Reduz o Tempo de pré- aquecimento;
- Reduz a distorção;
- Reduz a zona afetada pelo calor e a tendência a trinca de solidificação.

6.0 ELETRODOS PARA O PROCESSO TIG

Os eletrodos para o processo TIG são varetas sinterizadas de tungstênio puro ou ligado ao tório ou zircônio, ambos na forma de óxidos.

O tungstênio possui alto ponto de fusão (3.392 °C) e evaporação (5.906 °C) com ótimas características de emissividade eletrônica (termoiônico).

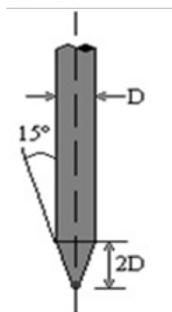
Estes eletrodos seguem a classificação AWS conforme tabela A:

Classificação AWS	Composição Química (% em peso)				
	Tungstênio	Tório	Zircônio	Outros	Cor de identificação
EWP	99,5	--	--	0,5	Verde
EWTh-1	98,5	0,8 a 1,2	--	0,5	Amarelo
EWTh-2	97,5	1,7 a 2,2	--	0,5	Vermelho
EWZr	99,2	--	0,15 a 0,40	0,5	Marrom

Um dos melhores em desempenho é o dourado, ligado com Lantânio.

Tabela A: classificação dos eletrodos segundo a AWS.

A adição destes elementos tem a finalidade de aumentar a emissividade eletrônica, estabilidade de arco e durabilidade do eletrodo. O eletrodo de tungstênio puro é utilizado na soldagem com corrente alternada, sendo que o ligado ao zircônio suporta maior nível de corrente como mostrado na tabela. Com corrente contínua é recomendado a utilização do eletrodo ligado ao tório.



- Perfil da ponta do eletrodo:

Figura nº6: Afição da ponta do eletrodo.

Na utilização de corrente contínua a ponta do eletrodo deve ser afiada conforme figura nº6.

É importante que a afiação seja no sentido longitudinal ao eixo do eletrodo e bem uniforme para proporcionar um arco estável. Alterando-se o ângulo da ponta do eletrodo obtém-se variação no perfil da penetração. Ângulos agudos (entre 15º - 20º) concentram menos o arco diminuindo a penetração e ângulos maiores, a este intervalo, aumentam a penetração diminuindo a largura do cordão conforme mostrado na figura nº7.

Pontos sobre Chapa Ângulo da Ponta do Eletrodo 150 A - 2s - 100% Ar

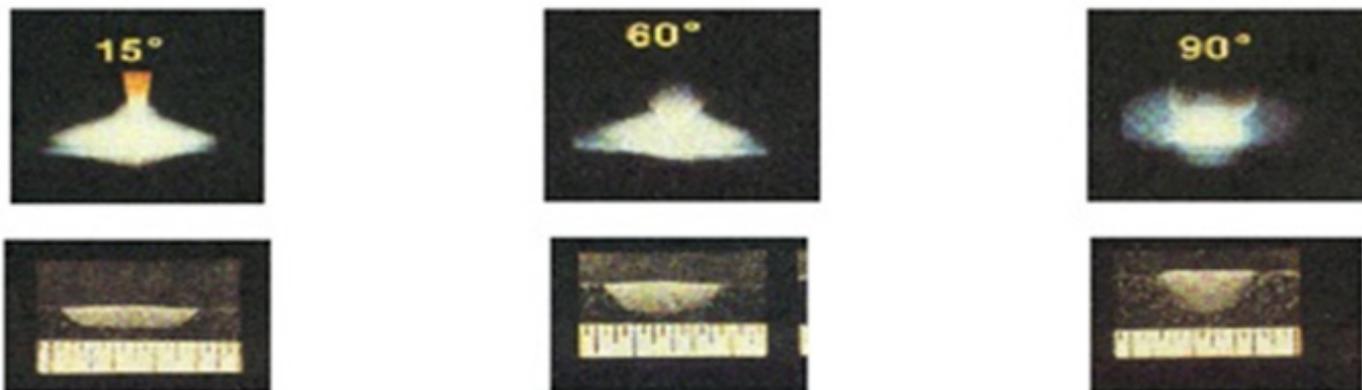


Figura nº7: Influência do ângulo da ponta do eletrodo na penetração.

7.0 METAIS DE ADIÇÃO

Os metais de adição para o Processo TIG são fornecidos, para a soldagem manual, na forma de varetas com comprimento de 1m (um metro) em sendo que a faixa de diâmetros mais utilizada compreendida entre 1,6 a 6,4 mm. Para a soldagem automatizada os metais de adição são fornecidos em bobinas de arames que são alimentados por sistemas semelhantes aos do processo MIG/MAG. Existe uma grande variedade de metais de adição para o processo TIG tornando este aplicável à soldagem de praticamente todos os metais industrialmente utilizados (aços ao carbono, inoxidáveis, alumínio e suas ligas, cobre e suas ligas, magnésio e suas ligas, níquel, titânio, ferro fundido etc.). Estes metais seguem a classificação AWS (Sociedade Americana de Soldagem) e são especificados pela composição química ou como no exemplo abaixo, onde é mostrada a especificação de varetas sólidas para a soldagem de aços carbono.

Exemplo: Arame ER **70 S 3**, onde:

ER - indica que o arame pode ser usado como eletrodo e vareta.

70 - indica o limite de resistência a tração em 1.000 psi que neste caso seria de 70.000 psi ou 49,2 kgf/mm.

S - indica arame sólido.

3 - dígito relativo à composição química.

8.0 - VARIÁVEIS DO PROCESSO E SUAS INFLUÊNCIAS

- Corrente elétrica (amperagem):

A principal influência desta variável está no controle da penetração do cordão de solda. A figura 08 mostra o aumento da penetração com o aumento da corrente para uma mesma velocidade de soldagem.



Figura nº8: Penetração de solda em função da corrente de soldagem.

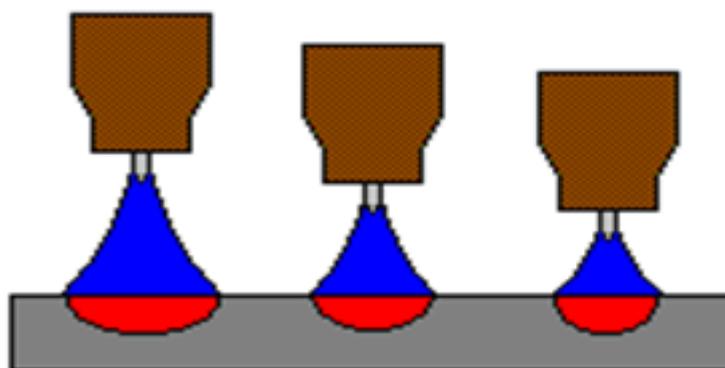


Figura nº9: Distância do eletrodo à peça

Esta variável controla a altura do arco elétrico. Quanto maior a distância do eletrodo à peça maior o altura e largura do arco elétrico. Com isto, maior área do metal base é aquecida resultando num cordão mais largo. A figura abaixo ilustra este fato.

Esta variável também influencia a penetração de solda. Para uma velocidade muito alta de soldagem, o arco não permanece tempo suficiente na região de solda para proporcionar uma boa fusão e penetração do cordão. Já para uma velocidade baixa, a penetração aumenta, mas, para uma velocidade excessivamente baixa de soldagem, o próprio metal fundido na poça funciona como isolante térmico para a transferência de calor do arco para o metal base, prejudicando também a penetração de solda. A figura abaixo mostra esta influência.

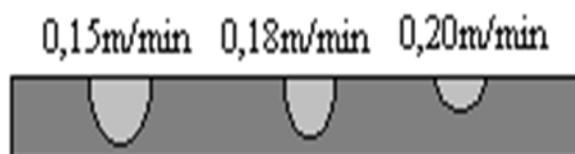
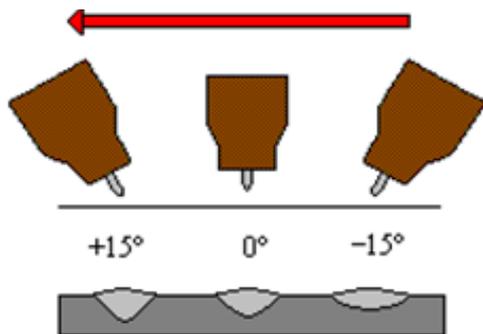


Figura nº10: Velocidade de avanço da tocha



De acordo com a figura a, soldando-se com inclinação positiva (puxando a solda), o arco elétrico atua diretamente sobre a poça de fusão, aumentando a penetração. Já, no sentido negativo (empurrando a solda), o arco elétrico permanece sobre o metal de base frio, reduzindo a penetração da solda.

Figura nº11: Velocidade de avanço da tocha

Obs: Na soldagem do alumínio e suas ligas deve-se trabalhar com inclinação negativa (empurrando).

Vazão de gás:

A vazão do gás é responsável pela proteção adequada do eletrodo e da poça de fusão garantindo soldas isentas de oxidação e porosidade.

9.0 DEFEITOS DE SOLDAGEM E SUAS POSSÍVEIS CAUSAS

Mordedura:



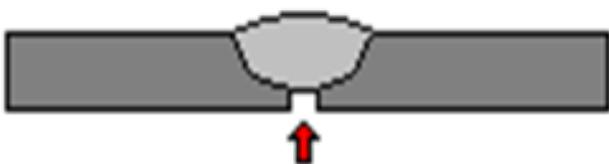
- alta velocidade de soldagem;
- alta amperagem;
- alta distância da tocha à peça;
- manuseio inadequado da tocha.

Falta de fusão:



- baixa amperagem;
- junta inadequada;
- manuseio inadequado da tocha.

Falta de penetração:



- baixa amperagem;
- alta velocidade de soldagem;
- junta inadequada.

Porosidade:



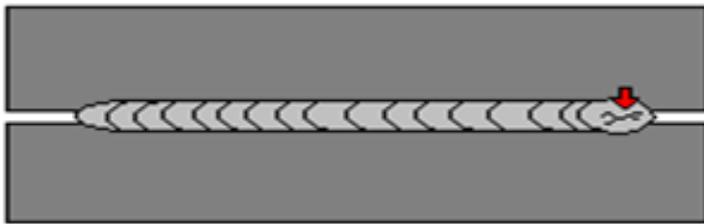
- vazão inadequada (muito alta ou baixa);
- superfície com impurezas (tinta, óleo, graxa, umidade, oxidação...);
- distância tocha;

- peça muito alta;
- gás com impurezas acima do permitido (99,9 puro e 11,4 ppm de vapor d'água por volume).

Inclusão de tungstênio:

- contato do eletrodo na poça de fusão, utilizar alta frequência ou sobretensão;
- corrente excessiva para uma dada bitola de eletrodo;

- verificar a polaridade e o tipo de eletrodo puro ou com tório ou zircônio.

Trincas de solidificação no centro do cordão:

- alta restrição principalmente no passe de raiz em juntas de grande espessura;
- metal de adição inadequado;
- preenchimento incompleto da cratera;
- alta amperagem.

Arco Elétrico Instável:

- Metal base não foi suficientemente limpo e/ou eletrodo contaminado ou sujo;
- Arco muito longo.

Desgaste Prematuro do Eletrodo:

- Arco iniciado com contato direto no metal base;
- Utilizar Alta frequência ou sobre tensão na abertura;
- Utilizar o pós-fluxo de gás (1s para cada 10A);
- Aumentar a vazão de gás;
- Verificar fugas ou interrupções de gás;
- Operar com menor corrente ou aumentar a bitola do eletrodo;
- Eletrodo contaminado.

10.0 TÉCNICAS DE SOLDAGEM**Limpeza:**

A preparação de junta a ser soldada é fundamental para a obtenção de soldas de alta qualidade. O processo TIG por não ser eficiente na desoxidação e limpeza da poça de fusão exige limpeza rigorosa da junta, retirando - se resíduos de óleo, graxa, fuligem etc. As bordas devem estar ao metal brilhante e quando necessário é feita a proteção com um gás inerte, geralmente o próprio argônio, na contra solda em passes de raiz, como na soldagem de tubulações de aços inoxidáveis.

Posicionamento da tocha:

As figuras nº12 e nº13 mostram posições da tocha recomendadas para a execução de soldas de boa qualidade. Em princípio, o eletrodo não deve se projetar para fora do bocal mais do que um comprimento igual ao seu diâmetro, mas exceções ocorrem por absoluta necessidade de acesso. Por sua vez, é conveniente que o comprimento do arco não ultrapasse 1,5 vezes diâmetro do

eletrodo, pois quanto maior, mais alta a tensão e a taxa de dissipação do calor para o ambiente, reduzindo o rendimento térmico, além de aumentar a chance de ocorrer contaminação pelos gases da atmosfera.

Estão ilustradas as técnicas de soldagem de juntas a topo sem (autógena) e com material de adição, respectivamente. A vareta é alimentada na região extrema da poça de fusão, num movimento de vai e vem, não tocando o eletrodo e sempre mantida sob a proteção do gás, sendo que ao término da solda, a mesma deve permanecer alguns segundos sob o bocal para prevenir sua oxidação.

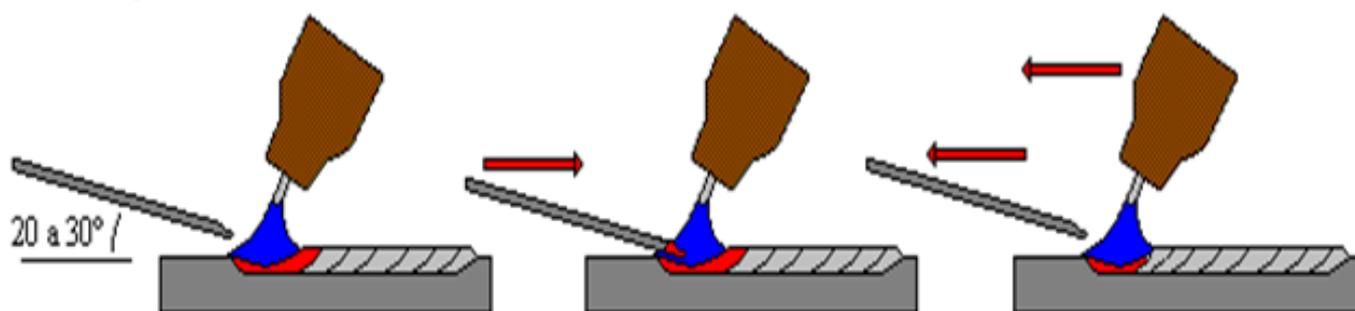


Figura nº12: Soldagem de juntas a topo sem material de adição.

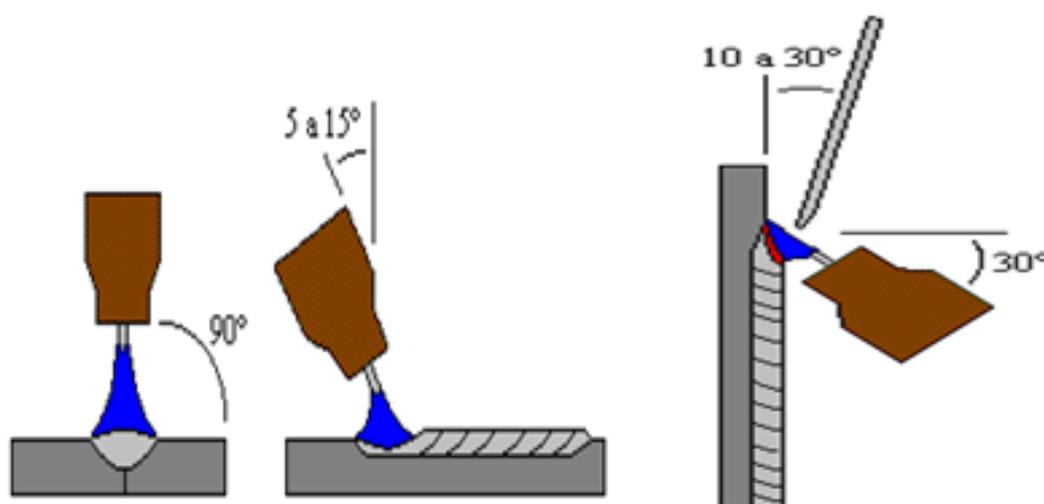


Figura nº13: Soldagem de juntas a topo com material de adição.



Sumig Matriz

Av. Ângelo Corsetti, 1281
Caxias do Sul - RS | 95042-000
Fone/Fax: (54) 3220 3900
sumig@sumig.com

Filial SP

Alameda Vênus, 360
American Park Empresarial NR
Indaiatuba - SP | 13347-659
(19) 4062 8900 | filialsp@sumig.com