

MIG/MAG: isso parece nome de sanduíche!

Um dos grandes desafios da indústria deste fim de século é alcançar níveis elevados de produtividade, mantendo a qualidade. A maneira de se conseguir isso é com o auxílio da automatização que, além de fornecer meios de controlar o processo e garantir uma uniformidade de resultados, independe da habilidade quase artística do operário para a execução de um trabalho de qualidade.

Assim, à medida que avançamos no estudo dos processos de soldagem, vamos percebendo que uma das grandes desvantagens dos processos estudados até agora, é a preponderância da operação manual do equipamento. Por causa disso, por mais versáteis que sejam, eles são sempre lentos, com baixo índice de produtividade e, conseqüentemente, caros.

Quando comparados com a soldagem ao arco com eletrodos revestidos, os processos que estudaremos nesta aula são uma alternativa mais produtiva, por serem processos semi-automáticos com possibilidade de mecanização total.

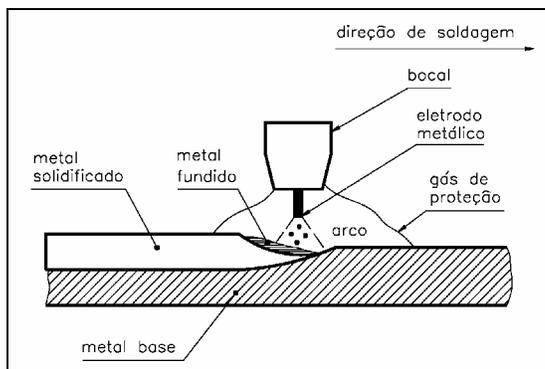
Que processos são esses? Quais as características que os diferenciam dos que já estudamos? Os equipamentos são diferentes? O que se pode soldar com eles? A resposta a essas e outras perguntas que você possa formular, estão nesta aula. Confira.

Mais siglas: MIG/MAG

Não se assuste, caro aluno, essas siglas não são nomes de sanduíches dessas cadeias de “fast food” que existem por aí. Basicamente, as siglas MIG e MAG indicam processos de soldagem por fusão que utilizam o calor de um arco elétrico formado entre um eletrodo metálico consumível e a poça. Neles, o arco e a poça

de fusão são protegidos contra a contaminação pela atmosfera por um gás ou uma mistura de gases.

Antes que você pare de ler a lição porque acha que isso já foi estudado, vamos garantir que esse processo tem no mínimo duas diferenças com relação ao processo por eletrodo revestido que também usa o princípio do arco elétrico para a realização da soldagem. Vamos a elas.



A primeira diferença é que o processo MIG/MAG usam eletrodos não-revestidos, isto é, nuzinhos da silva, para a realização da soldagem.

A segunda é que a alimentação do eletrodo é feita **mecanicamente**. Essa semi-automatização faz com que o soldador seja responsável pelo início, pela interrupção da soldagem e por mover a tocha ao longo da junta. A manutenção do arco é assegurada pela alimentação mecanizada e contínua do eletrodo. Isso garante ao processo sua principal vantagem em relação a outros processos de soldagem manual: a alta produtividade.

As siglas **MIG** e **MAG**, usadas no Brasil, vêm do inglês “metal inert gas” e “metal active gas”. Essas siglas se referem respectivamente aos gases de proteção usados no processo: gases inertes ou mistura de gases inertes, e gás ativo ou mistura de gás ativo com inerte. Ajudam também a identificar a diferença fundamental entre um e outro: a soldagem MAG é usada principalmente na soldagem de materiais **ferrosos**, enquanto a soldagem MIG é usada na soldagem de materiais **não-ferrosos**, como o alumínio, o cobre, o níquel, o magnésio e suas respectivas ligas.

A soldagem MIG/MAG é usada na fabricação de componentes e estruturas, na fabricação de equipamentos de médio e grande porte como pontes rolantes, vigas, escavadeiras, tratores; na indústria automobilística, na manutenção de equipamentos e peças metálicas, na recuperação de peças desgastadas e no revestimento de superfícies metálicas com materiais especiais.

As amplas aplicações desses processos são devidas à:

- alta taxa de deposição, o que leva a alta produtividade no trabalho do soldador;
- versatilidade em relação ao tipo de materiais, espessuras e posições de soldagem em que podem ser aplicados;
- ausência de operações de remoção de escória por causa da não utilização de fluxos de soldagem;
- exigência de menor habilidade do soldador.

Apesar da maior sensibilidade à variação dos parâmetros elétricos de operação do arco de soldagem, que influenciam diretamente na qualidade do cordão de solda, a soldagem MIG/MAG, por sua alta produtividade, é a que apresentou maior crescimento de utilização nos últimos anos no mundo.

Pare! Estude! Responda!

Exercícios

1. Assinale com um **X** a alternativa que completa corretamente as questões abaixo.
 - a) Alcançar níveis elevados de produtividade sem perder a qualidade é uma das metas da indústria; isso será possível com auxílio da:
 1. () habilidade do profissional na empresa.
 2. () preponderância da operação manual do equipamento.
 3. () automatização que controla o processo.
 4. () controle automatizado da mão-de-obra e da matéria-prima.

- b) A operação manual do equipamento torna os processos de soldagem estudados:
1. () lentos, com baixos índices de produtividade e, conseqüentemente, difíceis de operar.
 2. () obsoletos, caros, com baixo índice de produtividade.
 3. () lentos, com baixo índice de produtividade e, conseqüentemente, caros.
 4. () ultrapassados, caros e difíceis de operar.
- c) As siglas MIG e MAG indicam processos de soldagem por fusão que utilizam o calor de um arco elétrico formado entre:
1. () um eletrodo metálico consumível e a peça.
 2. () um eletrodo revestido e o elemento de liga.
 3. () um eletrodo revestido e o metal de base.
 4. () o metal fundido e o metal solidificado.

2. Responda às seguintes questões.

- a) Descreva com suas palavras as diferenças entre as soldagens MIG/MAG com relação ao processo com eletrodo revestido que também usa o princípio do arco elétrico para soldagem.
- b) A que se referem respectivamente as siglas MIG e MAG usadas no Brasil?

3. Complete as sentenças abaixo:

- a) O processo MAG é usado principalmente na soldagem de materiais, enquanto o processo MIG é usado principalmente na soldagem de materiais
- b) A soldagem MIG/MAG é usada na fabricação de componentes e estruturas,, e

4. Assinale (F) ou (V) conforme sejam falsas ou verdadeiras as afirmativas abaixo:

a) As diversas aplicações do processo MIG/MAG se devem a:

1. () exigência de menor habilidade do soldador.
2. () versatilidade em relação ao tipo de materiais, espessuras e posições de soldagem em que podem ser aplicados.
3. () alto consumo de material de adição e baixa taxa de deposição.
4. () ausência de operação de remoção de escória pela não utilização de fluxo de soldagem.
5. () alta qualidade do cordão de solda e alta produtividade.

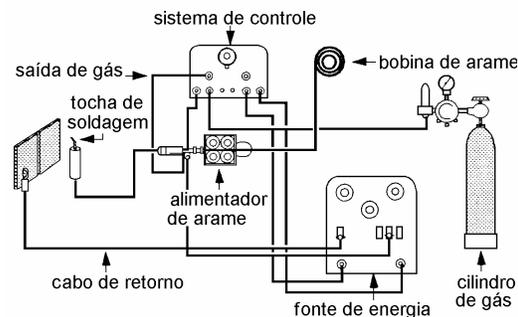
Equipamentos para soldagem MIG/MAG

O equipamento usado no processo de soldagem com proteção a gás pode ser:

- semi-automático, no qual a alimentação do eletrodo é feita automaticamente pela máquina e as demais operações são realizadas pelo soldador
- ou automático, no qual após a regulagem feita pelo soldador, este não interfere mais no processo.

Para empregar o processo MIG/MAG, é necessário ter os seguintes equipamentos:

1. Uma fonte de energia;
2. Um sistema de alimentação do eletrodo;
3. Uma tocha/pistola de soldagem;
4. Um suprimento de gás de proteção com regulador de pressão e fluxômetro;
5. Um sistema de refrigeração de água, quando necessário.



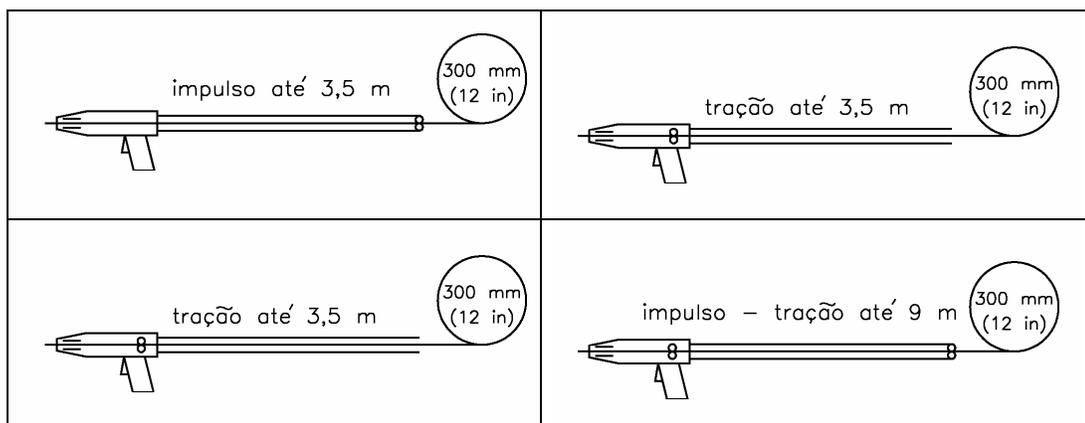
As **fontes de energia** para a soldagem MIG/MAG são do tipo transformador-retificador de corrente contínua.

Para que o processo de soldagem com eletrodo consumível seja estável, é preciso que o comprimento do arco permaneça constante. Para isso, a velocidade de consumo do eletrodo deve ser, teoricamente e em média, igual a sua velocidade de alimentação. Esse trabalho é feito pelas fontes de energia de duas formas:

- a) pelo controle da velocidade de alimentação do eletrodo de modo que a iguale à velocidade de fusão, ou
- b) pela manutenção da velocidade de alimentação constante, permitindo variações nos parâmetros de soldagem.

Normalmente, o **sistema alimentador do eletrodo** combina as funções de acionar o eletrodo e controlar elementos como vazão de gás e água, e a energia elétrica fornecida ao eletrodo. Ele é acionado por um motor de corrente contínua independente da fonte. A velocidade de alimentação do arame (eletrodo), que vem enrolado em bobinas, está diretamente relacionada à intensidade da corrente de soldagem fornecida pela máquina de solda, conforme as características da fonte e do processo.

Para ser movimentado, o eletrodo é passado por um conjunto de roletes de alimentação, que pode estar próximo ou afastado da tocha de soldagem.



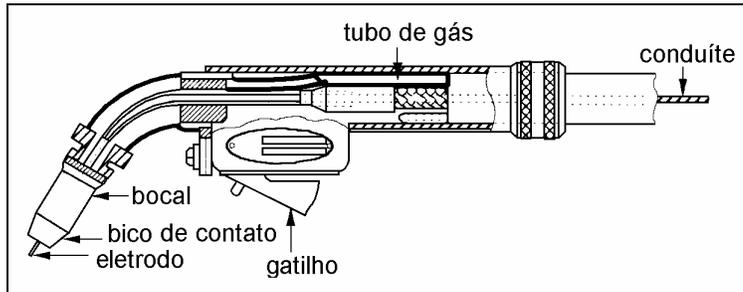
A **tocha de soldagem** conduz simultaneamente o eletrodo, a energia elétrica e o gás de proteção a fim de produzir o arco de soldagem. Suas funções são:

- guiar o eletrodo de modo que o arco fique alinhado com a junta a ser soldada;

- fornecer a corrente de soldagem ao eletrodo;
- envolver o arco e a poça de fusão com o gás de proteção.

Ela consiste basicamente de:

- a) um bico de contato que faz a energização do arame-eletrodo;
- b) um bocal que orienta o fluxo do gás;
- c) um gatilho de acionamento do sistema.



As tochas de soldagem podem ser refrigeradas por água ou pelo próprio gás de proteção que conduzem. Isso depende dos valores de corrente usados e do ciclo de trabalho do equipamento. Assim, por exemplo, correntes de trabalho mais elevadas (acima de 220 A) e ciclos de trabalho superiores a 60% recomendam a refrigeração com água.

A **fonte de gás** consiste de um cilindro do gás ou mistura de gases de proteção dotado de regulador de pressão (manômetro) e/ou vazão (fluxômetro).

Todo esse conjunto tem um custo inicial maior do que o equipamento necessário para a execução da soldagem por eletrodos revestidos. Além disso, ele também exige mais cuidados de manutenção no decorrer de sua vida útil. Isso porém é compensado pelo alto nível de produtividade proporcionado pela utilização da soldagem MIG/MAG.

Consumíveis e suas especificações

Como em quase todo processo de soldagem ao arco elétrico, além do equipamento, é necessário o emprego dos consumíveis.

Na soldagem MIG/MAG, os consumíveis são o eletrodo (também chamado de arame) ou metal de adição; o gás de proteção e, em alguns casos, um líquido para a proteção da tocha e das regiões adjacentes à solda contra a adesão de respingos.

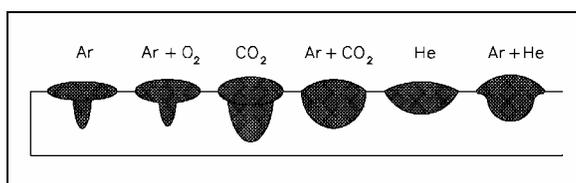
Os **eletrodos** para soldagem MIG/MAG são fabricados com metais ou ligas metálicas como aço inoxidável, aço com alto teor de cromo, aço carbono, aços de baixa liga, alumínio, cobre, níquel, titânio e magnésio. Eles apresentam composição química, dureza, superfície e dimensões controladas e normalizadas. A norma é a da AWS (**American Welding Society**) e a classificação para aço-carbono é feita por meio de um conjunto de letras e algarismos: **ER XXXY-ZZ**.

Nesse conjunto, temos:

- As letras **ER** são usadas sempre juntas e se referem ao consumível aplicável em processos de soldagem TIG, MIG, MAG e arco submerso.
- Os próximos dois ou três dígitos referem-se à resistência à tração mínima do metal depositado em 10^3 PSI.
- O dígito **Y** pode ser um **S** para arame sólido, **T** para arame tubular e **C** para arames indicados para revestimentos duros.
- O **Z** indica a classe de composição química do arame e outras características.

Deve-se reforçar ainda a importância dos cuidados necessários ao armazenamento e manuseio dos eletrodos. Eles devem ser armazenados em um local limpo e seco para evitar a umidade. Para evitar a contaminação pelas partículas presentes no ambiente, a bobina deve retornar à embalagem original quando não estiver em uso.

O tipo de gás influencia nas características do arco e na transferência do metal, na penetração, na largura e no formato do cordão de solda, na velocidade máxima da soldagem.



Os gases inertes puros são usados principalmente na soldagem de metais não-ferrosos como o alumínio e o magnésio. Os gases ativos puros ou as misturas de gases ativos com inertes são usados principalmente na soldagem dos metais ferrosos. As misturas de gases ativos com gases inertes em diferentes proporções permitem a soldagem com melhor estabilidade de arco nos metais ferrosos.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

5. Responda às seguintes perguntas.

- a) Além da fonte de energia e do sistema de alimentação do eletrodo, que outros itens são necessários para a realização da soldagem MIG/MAG?
- b) Quais são as principais funções da tocha de soldagem? Descreva-as nas sentenças abaixo:
 1. guiar o eletrodo de modo que o arco fique com a a ser soldada.
 2. fornecer a corrente de ao
 3. envolver o e a de fusão com o gás de proteção.
- c) Quais são os tipos de consumíveis utilizados na soldagem MIG/MAG?
- d) Os eletrodos para soldagem MIG/MAG são fabricados com metais ou ligas metálicas. Cite ao menos quatro tipos desses metais.
- e) O que indicam as letras abaixo que normalizam e classificam os tipos de eletrodos?
As letras **ER**, juntas, se referem a
- f) Qual a importância dos gases na soldagem MIG/MAG?

Transferência de metal

Na soldagem MIG/MAG, o metal fundido na ponta do eletrodo tem que se transferir para a poça de fusão. O modo como essa trans-

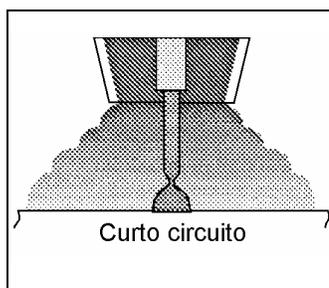
ferência acontece é muito importante. Ele é influenciado principalmente pelo valor da corrente de soldagem, pela tensão, pelo diâmetro do eletrodo, e pelo tipo de gás de proteção usado.

Por outro lado, o modo como essa transferência ocorre influi, na estabilidade do arco, na aplicabilidade em determinadas posições de soldagem e no nível de geração de respingos.

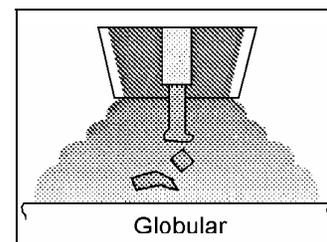
Para simplificar, pode-se dizer que a transferência ocorre basicamente de três formas básicas, a saber:

1. Transferência por curto-circuito.
2. Transferência globular.
3. Transferência por “spray”, ou pulverização axial.

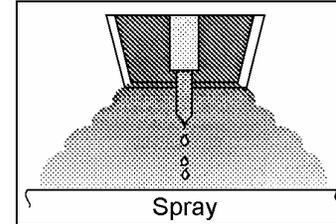
A transferência por **curto-circuito** ocorre com baixos valores de tensão e corrente. O curto-circuito acontece quando a gota de metal que se forma na ponta do eletrodo vai aumentando de diâmetro até tocar a poça de fusão. Este modo de transferência pode ser empregado na soldagem fora de posição, ou seja, em posições diferentes da posição plana. É usado também na soldagem de chapas finas, quando os valores baixos de tensão e corrente são indicados.



A transferência **globular** acontece quando o metal do eletrodo se transfere para a peça em gotas com diâmetro maior do que o diâmetro do eletrodo. Essas gotas se transferem sem direção, causando o aparecimento de uma quantidade elevada de respingos. Essa transferência, é indicada para a soldagem na posição plana.



A transferência **por spray** ocorre com correntes de soldagem altas, o que faz diminuir o diâmetro médio das gotas de metal líquido. Esse tipo de transferência produz uma alta taxa de deposição, mas é limitado à posição plana.



Etapas, técnicas e parâmetros do processo

Para soldar peças pelo processo de soldagem MIG/MAG, o soldador segue as seguintes etapas:

1. Preparação das superfícies.
2. Abertura do arco.
3. Início da soldagem pela aproximação da tocha da peça e acionamento do gatilho para início do fluxo do gás, alimentação do eletrodo e energização do circuito de soldagem.
4. Formação da poça de fusão.
5. Produção do cordão de solda, pelo deslocamento da tocha ao longo da junta, com velocidade uniforme.
6. Liberação do gatilho para interrupção da corrente, da alimentação do eletrodo, do fluxo do gás e extinção do arco.

O número de passes é função da espessura do metal e do tipo da junta.

O estabelecimento do procedimento de soldagem deve considerar variáveis como: tensão, corrente, velocidade, ângulo e deslocamento da tocha, tipo de vazão do gás, diâmetro e comprimento da extensão livre do eletrodo ("stick out"). Essas variáveis afetam a penetração e a geometria do cordão de solda.

Assim, por exemplo, se todas as demais variáveis do processo forem mantidas constantes, um aumento na corrente de soldagem, com conseqüente aumento da velocidade de alimentação do eletrodo, causa aumento na penetração e aumento na taxa de deposição.

Sob as mesmas condições, ou seja, variáveis mantidas constantes, um aumento da tensão produzirá um cordão de solda mais largo e mais chato.

A baixa velocidade de soldagem resulta em um cordão de solda muito largo com muito depósito de material. Velocidades mais altas produzem cordões estreitos e com pouca penetração.

A vazão do gás deve ser tal que proporcione boas condições de proteção. Em geral, quanto maior for a corrente de soldagem, maior será a poça de fusão e, portanto, maior a área a proteger, e maior a vazão necessária.

O comprimento da extensão livre do eletrodo é a distância entre o último ponto de contato elétrico e a ponta do eletrodo ainda não fundida. Ela é importante porque, quanto maior for essa distância, maior será o aquecimento do eletrodo (por causa da resistência elétrica do material) e menor a corrente necessária para fundir o arame.

O quadro a seguir mostra problemas comuns de soldagem, suas causas e medidas corretivas.

Tipos de descon-tinuidade	Causas	Prevenções
Poros Visíveis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidade de soldagem muito alta. 2. Distância excessiva entre bocal e peça. 3. Tensão (voltagem) alta. 4. Metal de base sujo de óleo, tintas, oxidação ou molhado. 5. Corrente de ar. 6. Fluxo de gás incorreto. 7. Arames e guias sujos. 8. Respingos de solda no bocal. 9. Vazamento nas mangueiras e na tocha. 10. Preparação inadequada de junta. 11. Preparação inadequada de junta. 12. Metal de base impuro ou defeituoso. 13. Tocha muito inclinada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminuir a velocidade de soldagem. 2. Manter a distância correta entre o bocal e a peça. 3. Reduzir a tensão (voltagem) caso ela esteja alta. 4. Limpar o metal de base por meios apropriados, antes da soldagem. 5. Proteger as peças de corrente de ar, para não prejudicar a proteção gasosa. 6. Regular a vazão de gás: se a vazão de gás estiver baixa, aumente para proteger a poça de fusão; se a vazão estiver alta, é melhor reduzir para evitar turbulência. (8 a 101/min - arco curto e 12 a 201/m - arco longo). 7. Limpar a guia com ar comprimido; usar sempre arames isentos de graxa, resíduos ou umidade. 8. Limpar os respingos de solda do bocal, que podem alterar o fluxo de gás, provocando turbilhonamento e aspiração de ar. 9. Verificar sempre as mangueiras, conexões, juntas e pistola para evitar aspiração de ar pelo furo. 10. Dimensionar a rede adequadamente. 11. Obter uma abertura constante e dentro dos limites da posição de trabalho. 12. Rejeitar o metal de base. 13. Posicionar a tocha corretamente.

Continuação:

<p>Falta de Penetração ou de Fusão na Raiz.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abertura muito pequena ou mesmo inexistente, ou abertura irregular. 2. Ângulo do chanfro muito pequeno. 3. Presença de “nariz” ou “nariz” muito grande. 4. Falha no manuseio da tocha. 5. Falta de calor na junta. 6. Passe de raiz com convexidade excessiva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser caprichoso na preparação da junta a soldar e realizar a montagem, respeitando sempre a fresta mínima em função do chanfro e da posição de soldagem. 1. Procurar tornar a fresta a mais constante possível, através de um potenciamento adequado. 2. Utilizar ângulo entre 40 e 60°. 3. Verificar se é realmente necessária a existência de “nariz”. 3. Procurar tornar o “nariz” o mais constante possível e sempre menor do que o máximo permitido para o tipo de chanfro e posição de soldagem definidos. 4. Quando for necessário, parar a soldagem antes do término do cordão de raiz e realizar as retomadas / reacendimentos de forma correta. 5. Aumentar o par tensão X velocidade do arame (amperagem). 5. Reduzir a velocidade de soldagem pois ela pode estar muito alta, porém é preferível manter o arco na frente da poça de fusão. 5. Preaquecer a peça de trabalho. 5. Soldar em posição vertical ascendente. 6. Esmerilhar o passe de raiz, obtendo certa concavidade em sua superfície antes de executar o novo cordão.
<p>Superfície Irregular</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidade inadequada do arame (amperagem). 2. Manuseio incorreto da tocha. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar a velocidade do arame. 2. Aprimorar o manuseio da tocha para que o tecimento seja cadenciado e constante.
<p>Desalinhamento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pré-montagem mal executada. 2. Ponteamento deficiente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser caprichoso na preparação da junta a soldar. 2. Realizar um ponteamento, com soldas de fixação resistentes e dimensionadas de acordo com as partes a unir.
<p>Respingos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tensão muito elevada. 2. Vazão de gás excessiva 3. Sujeira no metal de base. 4. Avanço do arame alto ou baixo em relação à tensão do arco. 5. Distância excessiva entre o bocal e a peça. 6. Altura excessiva do arco. 7. Controle inadequado da indutância. 8. Posição inadequada da tocha. 9. Mau contato entre cabos e peças. 10. Bico de contato danificado. 11. Bocal com respingos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduzir a tensão. 2. Regular a vazão do gás. 3. Limpar o metal de base, eliminando tintas, óxidos, graxas e outras impurezas que provocam isolamento entre o arame e o metal de base. 4. Regular o avanço do arame. 4. Controlar a condição ideal pelo tamanho/volume da gota na ponta do arame, que deve ter aproximadamente o mesmo diâmetro do arame. 5. Manter a distância correta entre o bocal e a peça. 6. Reduzir a altura do arco. 7. Controlar a indutância adequadamente. 8. Usar a técnica de arco quente (arame sobre a poça de fusão) para melhorar a estabilidade do arco e reduzir os respingos. Não inclinar muito a tocha e procurar manter, onde for possível, o arco perpendicular à linha da solda. 9. Limpar as superfícies de contato a fim de evitar instabilidade no arco. 10. Trocar o bico de contato. 11. Limpar ou trocar o bocal com respingo.

Como você pôde perceber a soldagem MIG/MAG é um processo bastante versátil em termos de aplicabilidade às mais variadas

ligas metálicas e espessuras de material, podendo ser usada em todas as posições. Além disso, por ser semi-automática, ele apresenta uma produtividade muito elevada. Isso a torna uma alternativa bastante viável quando comparada à soldagem com outros processos.

Por todos esses motivos, preparamos esta aula para você. Não se esqueça de que ainda há muito o que aprender. Se o assunto pareceu interessante, procure ler mais sobre ele. Você só tem a ganhar, porque o profissional que sabe mais tem o futuro nas mãos.

Pare! Estude! Responda!

Exercícios

Assinale com um **X** a alternativa correta nas questões abaixo:

6. Considerando que o modo de transferência do metal fundido para a poça de fusão na soldagem MIG/MAG, responda:

a) A transferência por **curto circuito** ocorre:

1. () com altos valores de tensão e corrente.
2. () com baixos valores da tensão e corrente.
3. () com correntes elevadas ou estáveis.
4. () com tensões e correntes estáveis.

b) A transferência **globular** acontece quando:

1. () o metal do eletrodo se transfere para a peça em gotas maior que o diâmetro do eletrodo.
2. () o metal do eletrodo se transfere para a peça em gotas menor que o diâmetro do eletrodo.
3. () o metal do eletrodo se transfere direcionando, com pequena qualidade de respingos.
4. () o metal do eletrodo se transfere sem direção, causando o aparecimento de bolhas.

- c) A transferência por **spray** ocorre com:
1. () corrente e tensões altas produzindo baixa taxa de deposição.
 2. () correntes de soldagem baixas produzindo altas taxas de deposição.
 3. () correntes de soldagem altas, produzindo alta taxa de deposição.
 4. () correntes de soldagem altas, produzindo baixas taxas de deposição.
7. Ordene seqüencialmente as etapas para o desenvolvimento da soldagem pelo processo MIG/MAG.
- a) () Formação da poça de fusão.
 - b) () Abertura do arco.
 - c) () Liberação do gatilho para interrupção da corrente da alimentação do eletrodo, do fluxo do gás e extinção do arco.
 - d) () Produção do cordão de solda, pelo deslocamento da tocha ao longo da junta, com velocidade uniforme.
 - e) () Início da soldagem pela aproximação da tocha da peça e acionamento do gatilho para início do fluxo do gás.
 - f) () Preparação das superfícies.
8. Responda às seguintes perguntas:
- a) Qual a influência da baixa velocidade de soldagem no formato do cordão?
 - b) O que determina a quantidade de passes em uma junta?
 - c) Cite algumas variáveis estabelecidas durante o procedimento de soldagem que afetam a penetração e a geometria do cordão de solda.
 - d) Por que é importante considerar o comprimento da extensão livre do eletrodo que é a distância entre o último ponto de contato elétrico e a ponta do eletrodo ainda não fundida?

Gabarito

1. **a)** (3) **b)** (3) **c)** (1)
2. **a)** A soldagem MIG/MAG usa eletrodos não-revestidos; e a alimentação do eletrodo é feita mecanicamente.
b) MIG: gases inertes, ou mistura de gases inertes; MAG: gases ativos ou mistura de gases ativos com inertes.
3. **a)** Ferrosos, não-ferrosos
b) Na manutenção, recuperação de peças e revestimento de superfícies.
4. **a)** 1) (V) **2)** (V) **3)** (F) **4)** (V) **5)** (V)
5. **a)** Tocha/pistola de soldagem, suprimento de gás de proteção com regulador de pressão e fluxômetro e um sistema de refrigeração de água.
- b)** 1. alinhado, junta
2. soldagem, eletrodo
3. arco, poça
- c)** Eletrodo ou metal de adição; gás de proteção.
- d)** - aço inoxidável.
- aço-carbono.
- aços de baixa liga.
- alumínio, cobre, níquel etc.
- e)** Eletrodos enrolados em bobinas, aplicados em processos de soldagem TIG/MIG MAG e arco submerso.
- f)** Permitir a proteção da poça de fusão da contaminação atmosférica e melhorar a estabilidade de arco.
6. **a)** (2) **b)** (1) **c)** (3)
7. **a)** (6) **b)** (5) **c)** (2)
d) (1) **e)** (4) **f)** (3)

8. a) Resulta em cordão muito largo, com muito depósito de material.
- b) Espessura e tipo de junta.
- c) Tensão, correntes, ângulo de deslocamento da tocha.
- d) Quanto maior a distância, maior será o aquecimento do eletrodo e menor a corrente necessária para fundir o arame.