

## SOLDAGEM COM ARAME TUBULAR

FLUX CORED ARC WELDING

(FCAW)



## Histórico

- *Década de 20:*  
*Surgimento dos Processos de Soldagem com Proteção Gasosa.*
- *Década de 40:*  
*Surgimento da Soldagem GTAW*
- *Década de 50:*  
*Surgimento da Soldagem FCAW com Proteção Gasosa*
- *Décadas posteriores:*  
*Surgimento da Soldagem FCAW com Eletrodo Autoprotetido*

## Fundamentos

No processo FCAW a coalescência entre os metais é obtida através do arco elétrico entre o eletrodo e a peça a ser soldada.

A proteção do arco é feita pelo fluxo interno do arame ou por um gás de proteção.

Além da função de proteger o arco, o fluxo interno do arame pode atuar como desoxidante através da escória formada, acrescentar elementos de liga e auxiliar na estabilização do arco elétrico.

## Características

Os benefícios da soldagem FCAW estão relacionados a três características do processo :

- *Produtividade relacionada ao uso de arames contínuos.*
- *Benefícios metalúrgicos provenientes do fluxo interno do arame.*
- *Auxílio da escória na forma e aspecto do cordão de solda.*

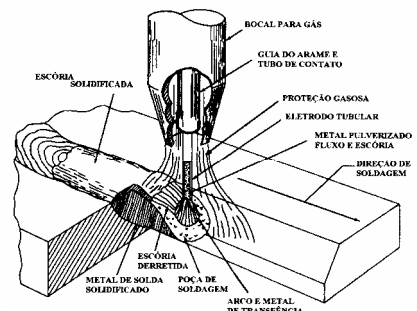
## Características

Em função da origem da proteção do arco elétrico o processo FCAW pode ser classificado em :

- *Soldagem com proteção gasosa*
- *Soldagem com eletrodo autoprotetido*

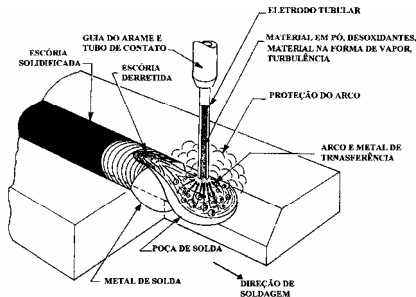
## Características

Com proteção gasosa



## Características

Autoprotetido



## Parâmetros de Soldagem

- Corrente
- Tensão
- Extensão do eletrodo
- Vazão do gás de proteção
- Velocidade de soldagem

## Aplicações

FCAW é utilizada na construção de vasos de pressão e tubulações para a indústria química, petrolífera e de geração de energia. Na indústria automotiva e de equipamentos pesados, vem sendo usado na soldagem de peças de responsabilidade.

Arares tubulares com diâmetros menores vêm sendo utilizados no reparo de chassis de automóveis. Este processo é utilizado também na soldagem de algumas ligas de níquel.

## Aplicações

Entre os metais base soldáveis pelo processo FCAW podemos citar:

- Aços baixo carbono
- Aços estruturais resistentes a corrosão atmosférica
- Aços cromo-molibdênio resistentes a altas temperaturas
- Aços temperados
- Aços médio carbono, tratados termicamente e baixa liga
- Aços inoxidáveis
- Ligas de níquel

## Equipamentos

Os equipamentos para soldagem FCAW são similares aos utilizados para soldagem GMAW.

Eles são constituídos por uma fonte de energia, sistema de alimentação de arame, tocha e acessórios.

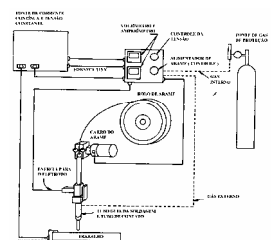


Fonte com Indicador Digital de Tensão e Corrente

## Equipamentos

As fontes para soldagem mecanizada normalmente são de corrente constante com ciclo de trabalho de 100%.

A utilização de sistemas com eletrodos múltiplos e tochas com oscilação é muito comum quando se deseja alta produtividade.





## Eletródos

### • Composição do fluxo :

Com relação a composição do fluxo os arames podem ser classificados em básicos, rutilicos ou "metal cored".

BRITE  
EURAM  
III

### • Metal depositado :

Com relação ao metal depositado podemos ter arames tubulares que depositam aço baixo carbono, baixa liga, inoxidável, entre outros.

## Gás de Proteção

Na escolha entre os diversos tipos de gases disponíveis a opção deve ser feita por aquele que atenda os requisitos de qualidade com o menor custo possível.

BRITE  
EURAM  
III

Entre os mais utilizados na soldagem FCAW pode-se citar :

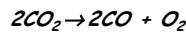
- $CO_2$
- Misturas (Argônio +  $CO_2$ ).

## Gás de Proteção

### • $CO_2$ (Dióxido de carbono)

As vantagens do  $CO_2$  são o baixo custo e a alta penetração.

Por outro lado, a altas temperaturas, ele tende a se dissociar em  $CO$  e  $O_2$  de acordo com a equação :



O oxigênio proveniente desta dissociação reage com elementos do metal fundido oxidando-os.

Para compensar este efeito, elementos desoxidantes são adicionados ao fluxo do arame.

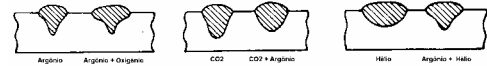
## Gás de Proteção

### • Misturas

A vantagem do uso de misturas está relacionada ao fato de se poder combinar as vantagens de dois ou mais gases.

As misturas mais utilizadas na soldagem FCAW são as Argônio +  $CO_2$  (especialmente a 75% Argônio e 25%  $CO_2$ )

A adição de gases inertes aumenta a eficiência de transferência dos desoxidantes que estão no fluxo do arame, entretanto reduz a penetração.



## Classificação dos Consumíveis

A AWS possui três especificações destinadas aos consumíveis para soldagem FCAW:

• A5.20 - Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

BRITE  
EURAM  
III

• A5.22 - Specification for Stainless Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding and Stainless Steel Flux Cored Rods for Gas Tungsten Arc Welding

• A5.29 - Specification for Low Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

## Classificação dos Consumíveis

A5.20 - Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

A5.29 - Specification for Low Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

Para eletrodos baixa liga, após a letra T, é acrescentado um número que indica a composição química do metal depositado.



## Classificação dos Consumíveis

A5.22 - Specification for Stainless Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding and Stainless Steel Flux Cored Rods for Gas Tungsten Arc Welding



## Vantagens do Processo FCAW

- Alta qualidade do metal depositado
- Ótima aparência da solda (solda uniforme)
- Excelente contorno em soldas de ângulo
- Solda vários tipos de aços e em grandes faixas de espessuras
- Fácil operação devido a alta facilidade de mecanização
- Alta taxa de deposição devido a alta densidade de corrente
- Relativamente alta eficiência de deposição
- Economiza engenharia para projeto de juntas
- Arco visível

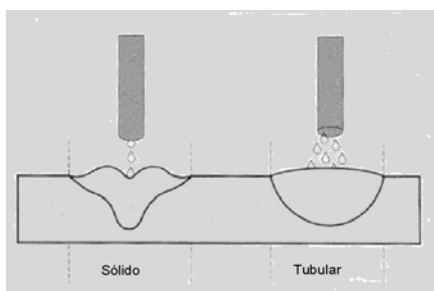
## Vantagens do Processo FCAW

- Requer menos limpeza antes da soldagem que o GMAW
- Distorção reduzida sobre o SMAW
- Uso de eletrodos autoprotetidos elimina a necessidade do uso de aparelhos de gás além de ser mais tolerante para condições ao ar livre.
- Alta tolerância com relação a contaminantes que podem originar trincas
- Resistente a trincas do cordão
- Alta produtividade

## Limitações do Processo FCAW

- Limitado a soldagem de metais ferrosos e liga a base de níquel.
- Necessidade de remoção de escória
- O arame tubular é mais caro na base de peso do que o arame de eletrodo sólido, entretanto, a medida que aumentam os elementos de ligas esta relação diminui
- O equipamento é mais caro se comparado ao utilizado para soldagem pelo processo SMAW, mas a alta produtividade compensa
- Soldagem puxando o arco
- Ruim para passe de raiz

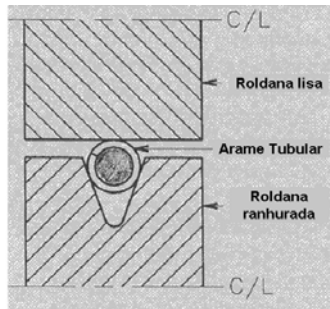
## Limitações do Processo FCAW



## Limitações do Processo FCAW

- Restrições para soldagem ao ar livre (somente para soldagem FCAW com gás de proteção)
- O alimentador de arame e a fonte de energia devem estar próximos ao local de trabalho
- São gerados mais fumos do que os processos GMAW e SAW
- Utilizar roldanas especiais recartiladas em baixa pressão no alimentador

## Limitações do Processo FCAW



## Qualidade da Solda

| Problema   | Possíveis causas                                   | Ações corretivas  |
|------------|--|---|
| Porosidade | Baixo fluxo de gás                                 | Aumentar o fluxo de gás                                       |
|            | Alto fluxo de gás                                  | Reduzir o fluxo de gás para minizar a turbulência             |
|            | Correntes de ar                                    | Proteger a região da solda das correntes de ar                |
|            | Gás contaminado                                    | Checar a fonte de gás   |
|            |  | Verificar a existência de vazamentos em mangueiras e encaixes |
|            | Metálo de base contaminado                         | Limpar as faces da junta                                      |
|            | Alimentador de arame contaminado                   | Remover os componentes que estão originando a contaminação    |
|            |  | Retirar óleo das partes                                       |
|            |  | Evitar acúmulo de arame no sistema de alimentação             |
|            | Fluxo insuficiente no eletrodo                     | Trocar o eletrodo III   |
|            | Tensão alta  | Ajustar tensão  |
|            | "Stickout" excessivo                               | Ajustar "Stickout" e corrente                                 |
|            | "Stickout" insuficiente (eletrodos autoprotelidos) | Ajustar "Stickout" e corrente                                 |
|            | Velocidade de soldagem excessiva                   | Ajustar a velocidade  |

## Qualidade da Solda

| Problema                                | Possíveis causas  | Ações corretivas   |
|---|---|--|
| Falta de penetração ou fusão incompleta | Tocha posicionada de maneira inadequada                   | Dirigir o eletrodo para a raiz da solda                      |
|   | Parâmetros inadequados                                    | Aumentar a corrente  |
|   |   | Reduzir a velocidade de soldagem                             |
|   |   | Reduzir o "Stickout"   |
|   |   | Reduzir o diâmetro do arame                                  |
|   |   | Aumentar a velocidade de soldagem (p/ arames autoprotelidos) |
|   | Soldas com perfil inadequado                              | Aumentar a abertura da raiz                                  |
|   |   | Reduzir a face da raiz                                       |
| Problema                                | Possíveis causas  | Ações corretivas   |
| Trinca                                  | Juntas com restrição excessiva                            | Reduzir as restrições  |
|   |   | Aplicar pré-aquecimento                                      |
|   |   | Usar um metal de solda mais dúctil                           |
|   |   | Realizar martelamento  |
|   | Betredo inadequado  | Verificar a fórmula e os componentes do fluxo                |
|   | Desoxidantes em quantidade insuficiente no fluxo do arame | Verificar a fórmula e os componentes do fluxo                |
| Problema                                | Possíveis causas  | Ações corretivas   |
| Falha de alimentação                    | Contato excessivo do arame no bico                        | Reduzir a pressão das roldanas                               |
|   | Fusão do bico de contato                                  | Reduzir tensão   |
|   |   | Utilizar tocha refrigerada                                   |
|   | Condute sup   | Limpar o condute ou trocá-lo                                 |