

1. OBJETIVO

Estabelecer ações corretivas e identificar as causas raiz para atenuar descontinuidades geométricas e operacionais durante a aplicação do processo de soldagem GTAW (TIG).

2. NORMAS DE REFERÊNCIA TERMINOLÓGICA

- AWS A3.0: Standard Welding Terms and Definitions
- ABNT NBR ISO 6520-1: Soldagem e processos afins — Classificação de imperfeições geométricas em materiais metálicos

3. CONSUMO EXCESSIVO DO ELETRODO DE TUNGSTÊNIO

Causa Provável	Ação Corretiva
3.1. Inversão de polaridade	Validar as conexões dos cabos de soldagem. Para processo TIG CC, o eletrodo deve estar conectado à polaridade negativa (CCEN).
3.2. Deficiência de contato elétrico	Inspecionar e fixar firmemente o eletrodo de tungstênio à pinça e ao corpo fixador da tocha.
3.3. Contaminação do eletrodo por contato	Retificar geometricamente a ponta do eletrodo por esmerilhamento abrasivo. Substituir o eletrodo caso haja contaminação severa ou corrosão profunda.
3.4. Intensidade de corrente excessiva	Adequar a corrente de soldagem (amperagem) ao diâmetro nominal do eletrodo. Reduzir a corrente se a extremidade fundida (esfera) exceder 1,5 vezes o diâmetro do corpo.
3.5. Fluxo de gás de proteção deficiente	Inspecionar a integridade do circuito de alimentação e regular a vazão do gás de acordo com a especificação do procedimento (EPS).
3.6. Especificação incorreta do eletrodo	Substituir o consumível por uma liga de tungstênio adequada ao metal-base e ao tipo de corrente (ex: puro, toriado, ceriado ou lantânio).

4. INSTABILIDADE DO ARCO ELÉTRICO

Causa Provável	Ação Corretiva
4.1. Contaminação superficial do metal-base	Executar limpeza mecânica ou química para remoção de óxidos, óleos, graxas, umidade e carepa de laminação.
4.2. Geometria do chanfro inadequada	Adequar a abertura do ângulo do chanfro da junta para permitir a acessibilidade correta do arco.
4.3. Contaminação do eletrodo de tungstênio	Interromper o processo e recondicionar a ponta do eletrodo via esmerilhamento ou substituí-lo.
4.4. Comprimento excessivo do arco	Reduzir a distância entre a ponta do eletrodo e a poça de fusão (manter arco curto).
4.5. Sobredimensionamento do eletrodo	Substituir por um eletrodo de diâmetro menor, compatível com a baixa faixa de corrente utilizada.
4.6. Falha nas conexões elétricas do circuito	Inspecionar o cabo de solda, o cabo obra e as conexões de alimentação da fonte; reparar desgastes ou mau contato.

5. POROSIDADE

Causa Provável	Ação Corretiva
5.1. Umidade ou contaminação no gás de proteção	Substituir o cilindro de gás por um lote que atenda aos requisitos mínimos de pureza.
5.2. Preparação inadequada da junta	Refazer a limpeza da zona de fusão e adjacências para eliminar contaminantes.
5.3. Oxidação da extremidade do metal de adição	Manter a ponta da vareta sempre sob a atmosfera do gás de proteção. Cortar a extremidade contaminada antes de reiniciar.
5.4. Inclusão de escória ou descontinuidade entre passes	Executar limpeza rigorosa por escovação mecânica entre os passes de soldagem.

5.5. Ação de correntes de ar atmosférico	Instalar barreiras físicas (biombos/proteções contra vento) para isolar a área de soldagem.
5.6. Vazão insuficiente do gás de proteção	Ajustar o fluxômetro para aumentar a vazão do gás de purga de forma controlada.
5.7. Contaminação do metal de adição (vareta)	Sanar falhas de armazenamento. Limpar quimicamente ou descartar varetas oxidadas ou sujas.
5.8. Diâmetro incorreto do bocal cerâmico	Substituir o bocal por um de diâmetro adequado para garantir a abrangência da cortina de gás.
5.9. Conexão do grampo terra instável	Reapertar e fixar firmemente o grampo de aterramento à peça ou bancada de trabalho.
5.10. Taxa de resfriamento excessivo da poça	Controlar o aporte térmico ou adotar técnicas de pós-aquecimento/retardo do arco para desacelerar a solidificação.
5.11. Vazamento no sistema de fluxo de gás	Realizar teste de estanqueidade em mangueiras, acoplamentos e conexões da tocha.
5.12. Vazão excessiva do gás (regime turbulento)	Reduzir a vazão para restabelecer o regime de escoamento laminar do gás de proteção.

6. FALTA DE FUSÃO

Causa Provável	Ação Corretiva
6.1. Incongruência no design e ajuste da junta	Verificar a abertura de raiz, o ângulo do chanfro e o alinhamento das peças antes da operação.
6.2. Introdução precoce do metal de adição	Direcionar a inserção da vareta estritamente na margem dianteira da poça de fusão, nunca diretamente no arco.
6.3. Insuficiência de aporte térmico (corrente baixa)	Incrementar a intensidade da corrente de soldagem na fonte.

6.4. Velocidade de deposição excessiva	Reduzir a taxa de avanço da alimentação de metal de adição, permitindo o tempo de fusão do metal-base.
6.5. Manipulação incorreta da tocha	Corrigir a angulação e a técnica de oscilação do soldador em relação à junta.
6.6. Pontos de fixação (ponteamento) sobredimensionados	Remover o excesso de material dos pontos de solda provisórios por esmerilhamento antes do passe de raiz.
6.7. Deficiência nos dispositivos de fixação (gabaritos)	Aperfeiçoar o travamento e o alinhamento mecânico das peças antes de iniciar o arco.

7. EXCESSO DE DEPÓSITO DE METAL (Sobrecarga de Solda)

Causa Provável	Ação Corretiva
7.1. Interpretação errônea da dinâmica da poça	Readequar a técnica operacional monitorando visualmente o volume de metal líquido acumulado.
7.2. Velocidade de avanço muito baixa	Incrementar a velocidade de translação da tocha ao longo da junta.
7.3. Angulação incorreta da tocha	Reajustar o ângulo de inclinação de ataque e de trabalho da tocha em relação à poça de fusão.
7.4. Corrente de soldagem em nível crítico alto	Reduzir a amperagem na fonte para equilibrar a taxa de fusão com a velocidade de avanço.

8. TRINCAS

Sintoma Técnico	Causa Provável	Ação Corretiva
8.1.Trincas a Quente (Trincas de Solidificação) Ocorrem em altas temperaturas, logo após a poça de fusão começar a se solidificar.	Alto nível de restrição da junta (peças muito presas que não podem se movimentar enquanto contraem). Presença de elementos de baixo ponto de fusão (como enxofre e fósforo) que criam um filme líquido frágil entre os grãos durante a solidificação. Escolha incorreta do metal de adição.	Utilize o metal de adição correto para balancear a composição química .Evite soldar sem metal de adição (autógena) em ligas propensas a trincas. Reduza a velocidade de soldagem para diminuir a poça de fusão.
8.2 Trinca de Cratera (Olho de Peixe) É um tipo específico de trinca a quente que ocorre exatamente no ponto final do cordão de solda, onde o arco foi interrompido abruptamente.	Resfriamento rápido da última poça de fusão, que encolhe e deixa um ponto fraco (rechupe) e trincado no centro da cratera.	Nunca apague o arco de forma repentina Utilize a função rampa de descida (<i>crater fill</i> ou <i>downslope</i>) da máquina TIG, que reduz a corrente gradativamente no final da solda. Adicione um pouco mais de vareta no momento final para preencher o volume da cratera antes de extinguir o arco
8.3. Trincas a Frio (Trincas por Hidrogênio) Ocorrem após a solda já ter se resfriado totalmente (geralmente abaixo de 200°C), podendo aparecer horas ou até dias depois da soldagem (trincas tardias). São típicas em aços de alta resistência e baixa liga	Presença de hidrogênio difusível na zona fundida. Microestrutura frágil (martensita) gerada por um resfriamento muito rápido. Tensões residuais severas na junta.	Limpe rigorosamente a junta e a vareta para eliminar umidade, óleos ou tintas (fontes de hidrogênio). Faça o pré-aquecimento do metal base antes de soldar para reduzir a velocidade de resfriamento e evitar estruturas frágeis Mantenha um pós-aquecimento (tratamento térmico de alívio de tensões) se o material exigir
8.4. Trinca na Zona Afetada pelo Calor (ZAC) / Ocorrem no metal de base, bem ao lado do cordão de solda, em uma região que não chegou a derreter totalmente, mas foi severamente modificada pelo calor	Aporte térmico (<i>heat input</i>) excessivamente alto, combinado com materiais suscetíveis ao crescimento de grão ou precipitação de fases frágeis.	Controle o aporte térmico reduzindo a amperagem ou aumentando a velocidade de avanço Utilize a soldagem TIG pulsada, que gerencia a energia aplicada e reduz drasticamente o superaquecimento da ZAC. Monitore a temperatura de interpasse (entre um cordão e outro)

9. Oxidações Excessivas ("Queima" do material)

Sintoma Técnico	Causa Provável	Ação Corretiva
9.1 O cordão fica escuro, cinzento, com aspecto de "esfoliado" ou "açucarado" (comum no aço inox e titânio), perdendo as propriedades de resistência à corrosão.	Superaquecimento da peça; falta de gás de proteção após a extinção do arco (pós-fluxo muito curto); avanço lento demais.	Aumente o tempo de pós-fluxo de gás na máquina para proteger a solda enquanto ela resfria. Use menos amperagem ou aumente a velocidade. Utilize blocos de cobre como dissipadores de calor atrás da junta

10. Práticas para Evitar Defeitos

Limpeza	Ângulo da tocha	Pós-fluxo
10.1 O processo TIG não tolera contaminação. Limpe sempre o metal base e a vareta.	Mantenha a tocha inclinada entre 70° e 80° em relação à peça, e a vareta a cerca de 15° a 20°..	Garanta pelo menos 1 segundo de pós-fluxo de gás para cada 10 Ampères de corrente utilizados

BOAS PRÁTICAS OPERACIONAIS

A execução de juntas soldadas livres de descontinuidades severas exige o cumprimento irrestrito das variáveis essenciais de soldagem predefinidas nas qualificações de processo (EPS).

A maior parte dos defeitos mapeados como porosidades, faltas de fusão e inclusões está diretamente ligada à limpeza inadequada das juntas, conservação deficiente de consumíveis ou desajuste de parâmetros elétricos e de proteção gasosa.

Portanto, a implementação de uma rotina rigorosa de inspeção visual prévia com base nos requisitos da AWS, ASME ou ISO, associada à calibração periódica das fontes de soldagem e à capacitação contínua da equipe de soldadores, constitui o pilar fundamental para a manutenção dos níveis de conformidade e da confiabilidade estrutural dos equipamentos fabricados.