



Friction Stir Welding European Qualifications

ENGENHEIRO (EFSW-E) E ESPECIALISTA (EFSW-S) EUROPEU DE SOLDADURA POR FRICÇÃO LINEAR



Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia



8. Coordenação

Âmbito:

- 8.1 Certificação/Qualificação de pessoal de soldadura e limitações
- 8.2 Requisitos de contrato
- 8.3 Atividades subcontratadas
- 8.4 Princípios de gestão de trabalho
- 8.5 Planeamento de produção e inspeção

8.1 Certificação/Qualificação de pessoal de soldadura e limitações

Como a maioria das aplicações comerciais da SFL envolve **alumínio e ligas de alumínio**, as normas existentes para certificação e qualificação de **pessoal de soldadura (operadores)** estão focadas apenas neste metal:

- ISO 25239-3:2011 Soldadura por Fricção Linear - Alumínio - Qualificação de operadores de soldadura
- AWS D17.3/D17.3M:2016 Especificação para Soldadura por Fricção Linear de Ligas de Alumínio para Aplicações Aeroespaciais

Requisitos da ISO 25239-3 para operadores de soldadura por SFL

- Qualificação de operador de soldadura: serão qualificados por um dos seguintes ensaios:
- ensaio padrão de soldadura
 - ensaio de procedimento de soldadura
 - ensaio de amostra de produção de soldadura

➤ Variáveis essenciais e gamas de qualificação:

A qualificação dos operadores de soldadura **é baseada em variáveis essenciais**. Para cada variável essencial, uma gama de qualificação é definida. **Se um operador de soldadura for obrigado a soldar fora da gama de qualificação, um novo teste de qualificação será necessário.** O SFL é um processo mecanizado.

a.) Métodos SFL:

Um exame de qualificação de operador de soldadura bem-sucedido **realizado com qualquer tipo de método de SFL** qualifica um operador **apenas para esse método de soldadura.**

b.) Equipamento de soldadura: As seguintes alterações requerem uma nova qualificação:

- **Uma mudança de soldar com um sensor de junta para soldar sem**, embora a soldar sem um sensor de junta também qualifique um operador para soldar com um sensor de junta.
- **Uma mudança de um tipo de máquina de soldadura para outro tipo de máquina de soldadura que requer formação adicional para operar** - um ensaio realizado com qualquer tipo de máquina qualifica apenas esse tipo de máquina.
- Adição, remoção ou mudança do sistema de controle.

c.) Materiais base:

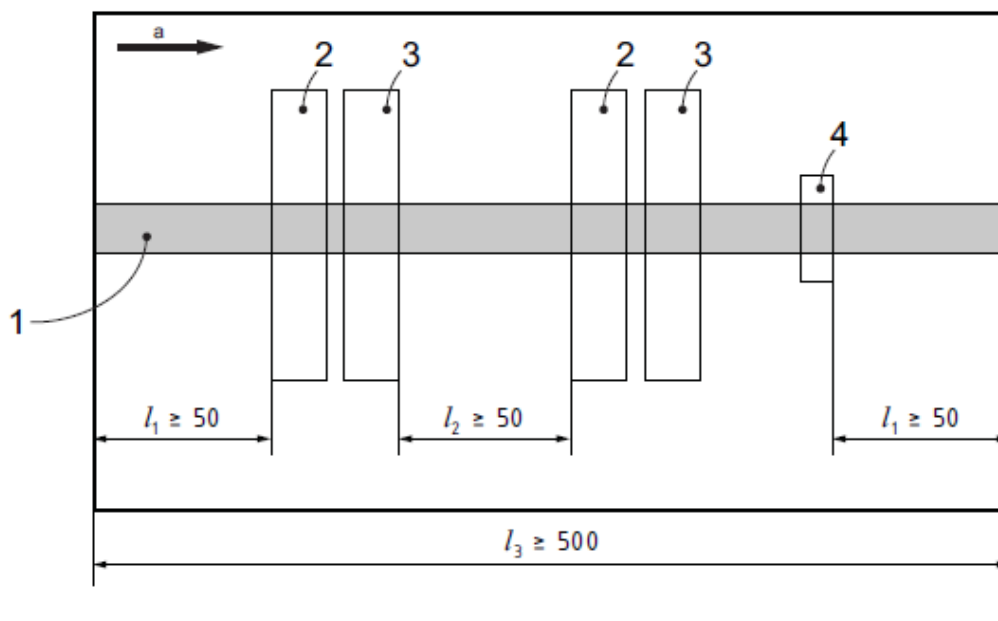
Um ensaio de soldadura bem-sucedido realizado **em qualquer liga de alumínio qualifica um operador para todas as ligas de alumínio**. Uma soldadura de teste bem-sucedida **de qualquer espessura de material base qualifica um operador para todas as espessuras do material base**. Um ensaio de soldadura bem-sucedida de **qualquer formato do material base** (chapa, tubo, fundição, forjamento ou extrusão) **qualifica um operador para todas os formatos de material base e para todos os diâmetros de tubo**.

d.) Geometria da Junta de Soldadura:

Um ensaio de soldadura bem-sucedida realizado para **qualquer geometria de junta de soldadura** qualifica um operador para **todas as geometrias de junta de soldadura**.

➤ Métodos de qualificação:

a.) Qualificação baseada no ensaio padrão de soldadura : O seguinte corpo de prova deve ser utilizada para o **ensaio padrão de soldadura**.



Chave

- 1 soldadura
- 2 provetes de dobragem da raiz
- 3 provetes de dobragem da face
- 4 provete de exame macrográfico
- l_1 comprimento mínimo de soldadura da aresta do corpo de prova a um provete de ensaio
- l_2 comprimento mínimo da soldadura entre os provetes de dobragem da face e da raiz
- l_3 comprimento total mínimo da soldadura

a Direção de soldadura

b.) Qualificação baseada no ensaio do procedimento de soldadura: Um operador de soldadura deve ter concluído com sucesso um ensaio de procedimento de soldadura de acordo com a **ISO 25239-4, Cláusula 6**, para ser considerado qualificado para o método e tipo de máquina de soldadura utilizada.

c.) Qualificação com base no ensaio de uma amostra de produção de soldadura: Um componente de produção será considerada qualificada se amostras representativas dos itens produzidos forem aprovadas pelo examinador ou pelo organismo de qualificação. Este **ensaio de amostras de produção** deve estar de acordo com os requisitos da ISO 25239-3 ou com os requisitos das partes contratantes, **o que for mais rigoroso**.

- Soldaduras teste: As soldaduras de teste **devem ser feitas de acordo com uma EPS**, exceto quando se aplica qualificação com base no ensaio de procedimento de soldadura ou no ensaio de soldadura de pré-produção/produção.
- Ensaio e Níveis de aceitação de soldaduras teste:
 - Ensaio VT: deve ser realizado em conformidade com a norma ISO 25239-4. A soldadura **deve ter uma superfície como soldada e deve estar livre de fissuras ou cavidades**. Se uma soldadura com penetração total for especificada, **não poderá existir penetração incompleta**.
 - END e Ensaio Destrutivos:
 - END: ensaiado a 100% com um método de **ensaio não destrutivo volumétrico (RT ou UT) apropriado ou com ensaio de dobragem**.

- Exame macroscópico (MA): Um provete de ensaio deve ser retirado da soldadura de teste. Os níveis de aceitação devem ser conforme especificado na ISO 25239-5, Anexo A.
- Ensaio de dobragem: Deve ser realizado de acordo com a norma ISO 25239-4. Duas amostras da face e duas de raiz devem ser retiradas da soldadura de teste. **Durante o ensaio, os provetes não devem revelar fissuras > 3 mm em qualquer direção.**

- Certificado: Deve ser verificado que o operador de soldadura passou no teste de qualificação. **Todas as variáveis essenciais devem ser registadas no certificado. O certificado será emitido sob a responsabilidade exclusiva do examinador ou do organismo de qualificação e deverá conter todas as informações detalhadas na ISO 25239-3, Anexo C.**

- Período de validade:
 - a.) Qualificação Inicial: **O certificado de qualificação do operador de soldadura é válido por um período de 2 anos**, o período de validade termina no último dia do mês.

b.) Confirmação de validade: O coordenador de soldadura ou a pessoa responsável do empregador deve confirmar que o operador de soldadura está trabalhando dentro da faixa inicial de qualificação. **Isto deve ser confirmado a cada 6 meses.**

c.) Prolongamento da qualificação: **Os certificados de qualificação do operador de soldadura podem ser prolongados a cada 2 anos por um examinador ou organismo de qualificação. Antes do prolongamento da certificação, as especificações de confirmação da validade devem ser satisfeitas e as seguintes condições devem ser confirmadas:**

- **todos os registos e evidências utilizados para suportar o prolongamento devem ser rastreáveis** ao operador de soldadura e devem identificar as EPS(s) utilizadas na produção;
- **as evidências utilizadas para apoiar a prorrogação devem ser de natureza volumétrica (RT ou UT) ou ensaios destrutivos (dobragem ou fraturas) e deverão ter sido realizadas a duas soldaduras nos 6 meses anteriores.**

8.2 Requisitos de contrato

- Autoridade de engenharia: Agência contratante ou organização que age em nome do Cliente em todos os assuntos dentro do âmbito desta especificação. **A Autoridade de Engenharia é responsável pela integridade estrutural do hardware e pela conformidade com todos os documentos do contrato.**
- Dados do projeto de junta: **A Autoridade de Engenharia deve desenvolver ou obter dados apropriados de propriedade do material para apoiar o projeto de soldadura.** Além disso, a Autoridade de Engenharia deve considerar as tensões residuais resultantes do processo de soldadura ou fornecer um método para controlar ou minimizar essas tensões residuais (por exemplo, recozimento, envelhecimento após soldadura).

- Requisitos de informação de desenho: O desenho de engenharia deve mostrar a forma, forma e dimensões de uma junta de soldadura. Os símbolos de soldadura devem estar de acordo com a norma ISO 2553. As condições especiais devem ser totalmente explicadas adicionando notas ou detalhes no desenho de engenharia.

8.3 Atividades subcontratadas

➤ Regras para subcontratação:

Quando um fabricante (fabricante) pretende utilizar serviços ou atividades subcontratadas (por exemplo, soldadura, inspeção, END, tratamento térmico), as informações necessárias para atender aos requisitos aplicáveis devem ser fornecidas pelo fabricante ao subcontratado.

As informações a serem fornecidas pelo fabricante ao subcontratado deverão incluir todos os dados relevantes da revisão dos requisitos e da **revisão técnica**. Requisitos adicionais podem ser especificados conforme necessário para garantir a conformidade do subcontratante com os requisitos técnicos.

➤ Revisão dos requisitos:

- a) o padrão do produto a ser utilizado, juntamente com quaisquer requisitos suplementares
- b) requisitos legais e regulamentares
- c) qualquer requisito adicional determinado pelo fabricante
- d) a capacidade do fabricante de atender aos requisitos/contrato prescritos.

➤ Revisão técnica:

- a) especificação do material base e propriedades da junta soldada
- b) critérios de qualidade e aceitação para soldadura
- c) localização, acessibilidade e sequência de soldaduras, incluindo acessibilidade para inspeção e END
- d) especificações do procedimento de soldadura (WPS), procedimentos de NDT e procedimentos de tratamento térmico

- e) a abordagem a ser utilizada para a qualificação dos procedimentos de soldadura (QPS)
- f) a qualificação dos operadores de soldadura
- g) seleção, identificação e/ou rastreabilidade (por exemplo, para materiais base, soldaduras)
- h) distribuição de controlo da qualidade, incluindo qualquer participação de um organismo de inspeção independente
- i) planos de inspeção e ensaios (PIE)
- j) tratamento térmico pós-soldadura
- k) dimensões e detalhes da preparação da junta e da soldadura concluída
- l) tratamento de não-conformidades.

8.4 Princípios de gestão de trabalho

Este princípios são baseados na ISO 9001:2015.

- Comunicação: O **fabricante deve determinar as comunicações internas e externas** relevantes para o sistema de gestão da qualidade, incluindo:
- sobre o que se irá comunicar,
 - quando comunicar,
 - com quem comunicar,
 - como comunicar
 - quem comunica.

➤ Gestão de risco: Um risco é um desvio positivo ou negativo do esperado. Abordar um risco pode significar procurar uma nova oportunidade. As organizações são obrigadas, durante o planeamento do seu Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), a abordar tanto os riscos como as oportunidades. Oportunidades podem incluir a adoção de novos clientes, produtos, tecnologia ou práticas.

A ISO 9001: 2015 não requer um sistema formal de gestão de risco. Ao avaliar o risco, é útil usar duas métricas ou parâmetros:

- severidade (Se o risco ocorrer, o quão sério é?)
- probabilidade (Qual é a probabilidade do risco ocorrer?)

8.5 Planeamento de produção e inspeção

- Planeamento de produção: O fabricante deve realizar um **planeamento de produção adequado**. Os itens a serem considerados devem incluir pelo menos:
- especificação da sequência pela qual a construção deve ser realizada (por exemplo, como peças únicas ou subconjuntos, e a ordem da montagem final subsequente);
 - identificação dos processos individuais necessários para fabricar a construção;
 - referência às especificações de procedimentos apropriados para processos de soldadura e afins;
 - sequência pela qual as soldaduras devem ser realizadas;

- ordem e tempo pelo quais os processos individuais devem ser realizados;
 - especificação para inspeção e ensaios, incluindo o envolvimento de qualquer organismo de inspeção independente;
 - identificação por lotes, componentes ou partes, conforme apropriado;
 - alocação de pessoal qualificado de soldadura;
- Plano de Inspeção e Testes (PIE): **Compreende os requisitos mínimos relacionados com as atividades no campo de controle e supervisão de qualidade na execução de projetos.** Inspeções e testes aplicáveis devem ser implementados em pontos apropriados no processo de fabrico para garantir a conformidade com os requisitos do contrato.

Conteúdo Indicativo do Plano de Inspeção e Ensaios (PIE):

- nome e número do documento (PIE) e nome da produção;
- nome do fabricante e do comprador;
- nome e assinatura do pessoal de QA/QC que produziu o PIE (fabricante e comprador);
- histórico de auditorias do PIE (número de auditoria, data, descrição da mudança);
- documentos de referência para os procedimentos de teste do fabricante (RQPS);
- padrões de referência (ISO, AWS, nacional ...).

- Inspeção e ensaios no fabrico de peças soldadas com SFL:
- a.) Inspeção e ensaios antes de soldar:
- Adequabilidade das EPS;
 - ligas e tratamento do material base;
 - preparação de juntas (por exemplo, forma e dimensões);
 - montagem da junta, jigos e soldadura por pontos;
 - parâmetros de soldadura ajustados de acordo com a EPS;
- b.) Inspeção e ensaio durante a soldadura: **A sequência de soldadura deve ser verificada em intervalos adequados ou por monitorização contínua.**

c.) Inspeção e ensaios após a soldadura: Após a soldadura, a conformidade com os normas de aplicação relevantes ou requisitos relevantes deve ser verificada para:

- análise visual (VT);
- ensaios não destrutivos (PT, RT, UT, ET);
- Ensaio destrutivos (tração, dobragem, fratura, dureza, macrografia);
- teste de integridade (teste de pressão) pode ser utilizado em conjunto com ou em vez dos métodos END quando descrito pela especificação de projeto ou requisitos relevantes.



Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia



Friction Stir Welding European Qualifications

Obrigado pela vossa atenção