



Friction Stir Welding European Qualifications

UC12 – Casos de Estudo

Engenheiro SFL



Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia

12. Casos de Estudo (CE)

- 12.1 CE1: Acessórios de autoclave
- 12.2 CE2: Mesas de ensaios de vibração
- 12.3 CE3: Reparações de Fissuras
- 12.4 CE4: Veículos subterrâneos
- 12.5 CE5: Painéis Solares
- 12.6 CE6: Painéis de construção naval

12.1 – CE1: Acessórios de autoclave

A APCO Technologies produziu uma grande mesa de autoclave para a cura de componentes de satélites em materiais compósitos.

A mesa foi produzida utilizando múltiplas chapas e o SFL. A chapa final da superfície da mesa final deveria medir 6,1 m por 4,3 m com uma espessura de 20 mm e foi produzida a partir de quatro chapas da liga de alumínio-magnésio AA5083.

Soldar em ambos lados resulta numa distorção reduzida.

Processos adicionais incluem tratamento térmico de alívio de tensão pós-soldadura e maquinagem das chapas. As soldaduras não podem ser distinguidas do resto da placa e estão dentro das tolerâncias.

12.2 – CE2: Mesas de ensaios de vibração

Existe três maneiras de produzir uma estrutura rígida:

- Fabricação subtrativa - começa com um único bloco de material sólido e partes do material são removidas até que a forma desejada seja alcançada. Desvantagem: geração de material para sucata. É a maneira mais cara de fabricar mesa de ensaios.
- Fundição - fornece uma fixação mais rígida do que as estruturas soldadas e é mais flexível que os acessórios soldados
- Construção soldada - tem associado fragilidades inerentes a fissuras na raiz e cavidades.

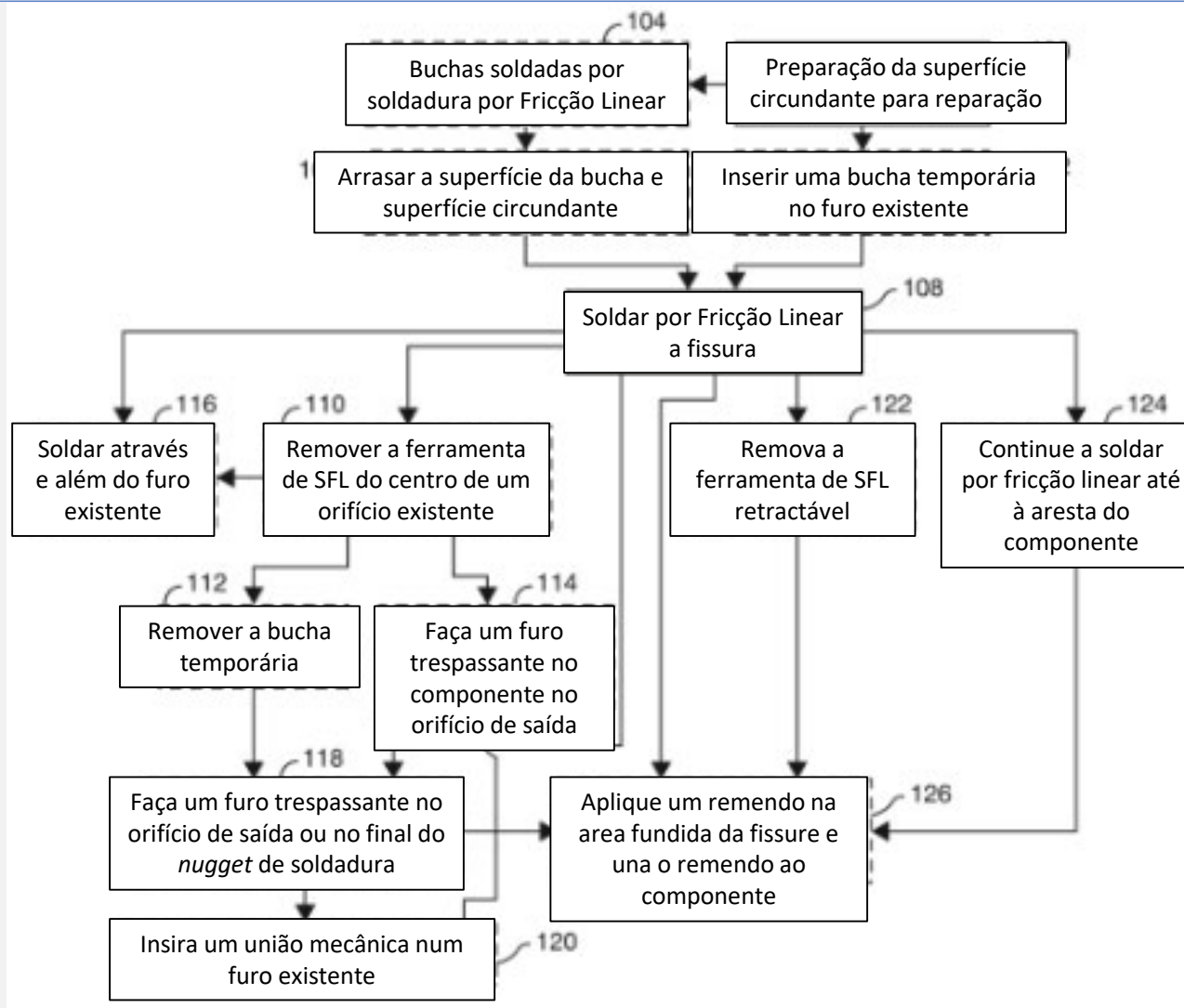
A alternativa: Soldadura por Fricção Linear!

- ✓ Tem a vantagem, em ligas de alumínio, de partir as partículas grosseiras de silício e eliminar poros existentes através processamento mecânico
- ✓ Obtém-se uma menor distorção, menor entrega térmica e menor contração

12.3 – CE3: Reparações de Fissuras

O método:

1. Preparar a superfície circundante à fissura para reparação
2. Soldar uma primeira parte do componente num lado da fissura
3. Soldar a segunda parte do componente no outro lado da fissura para formar uma área de fissura fundida.



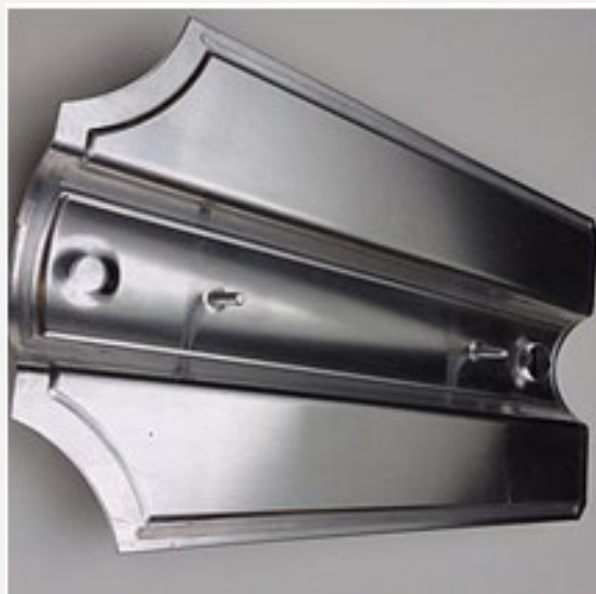
12.4 – CE4: Veículos subterrâneos

A Bombardier utiliza o SFL para unir extrusões longitudinais rígidas, que constituem as paredes laterais da carroçaria. Estes veículos foram utilizados para atualizar a Victoria Lane, que é uma linha de metro de Londres

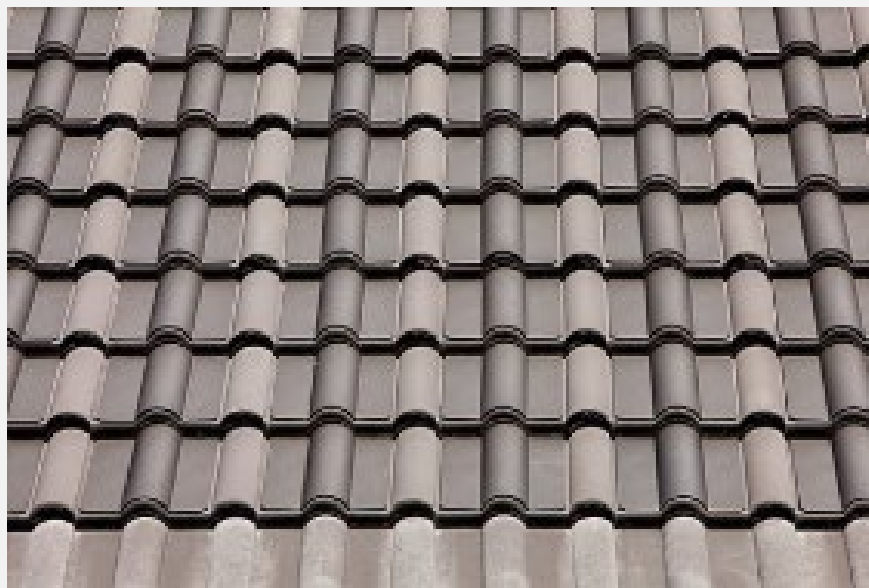


12.5 – CE5: Painéis Solares

As chapas finas podem ser ligadas com distorção mínima. O SFL reduz o risco de fugas, porque as soldaduras estão livres de defeitos como porosidades e fissuração a quente.



Telha coletora solar antes da
pintura



Telhado feito de telha coletoras solares.

12.5 – CE5: Painéis Solares

O SFL também é utilizado para ligar dissipadores de calor com aletas de alta densidade da Walmate.

A sua aplicação inclui os setores de energia eólica e solar.



Dissipador de calor soldado por SFL

12.6 – CE6: Painéis de construção naval

- As extrusões disponíveis podem ser ligadas utilizando o SFL.
- A principal vantagem em comparação com a soldadura por fusão, é a baixa entrega térmica, baixa distorção e redução de tensões térmicas.



Super Liner Ogasaware

A escolha do material da ferramenta inclui:

- Propriedades do metal a soldar
- Qualidade exigida da junta
- Força do material de trabalho, que determina as tensões induzidas à ferramenta
- Propriedades do material de ferramenta relacionadas com a geração de calor
- Propriedades do material de ferramenta relacionadas com o coeficiente de expansão térmica - stresse térmico introduzido pela SFL
- A seleção do material da ferramenta também pode ser baseada na dureza, ductilidade e reatividade dos materiais de trabalho

Ferramentas e procedimentos de soldadura

- SFL - especificação de procedimento de soldadura (EPS) e requisitos de registos de qualificação do procedimento de soldadura (RQPS) devem ser desenvolvidos e qualificados antes da soldadura de produção.
- Ferramenta é caracterizada por:
 - Material da ferramenta e pino
 - Geometria/design da ferramenta e pino, por exemplo, diâmetro da base, diâmetro do pino, comprimento do pino, forma do pino (cônica, cilíndrica, etc)
 - Estrias ou sem estrias
 - Número de ranhuras (se aplicável)
 - Identificação da ferramenta
 - Identificação do pino (se a ferramenta for composta por duas peças) e design da base]
 - Processo de fabrico (ou seja, fixo, bobina, retrátil)

Tolerâncias na preparação e ajuste de soldadura

- ✓ O processo pode acomodar uma folga até 10% da espessura do material sem prejudicar a qualidade da soldadura.
- ✓ Requisitos adicionais podem ser encontrados nas norma do SFL.

Tratamento térmico pós-soldadura, CND e controlo de qualidade

O tratamento térmico pós-soldadura (TTPS) pode ser implementado com sucesso em ligas de alumínio, especialmente ligas de alumínio 2xxx e 7xxx. Os efeitos do tratamento térmico dependem do tipo de tratamento térmico e podem incluir:

- ✓ Distribuição uniforme da dureza
- ✓ Aumento ou redução das propriedades à tração da junta
- ✓ Melhoria do desempenho à fadiga

Abordagens comuns incluem :

- Deixar o material na condição como soldado
- Aplicação de um tratamento térmico estabilizante a baixa temperatura (por exemplo, 25 horas a uma temperatura próxima de 100 ° C)
- Aplicação de um tratamento térmico de solubilização para o material após soldadura seguido de um tratamento de envelhecimento conforme especificado
- Aplicação de envelhecimento pós-soldadura adicional ao material originalmente em estado T6 ou envelhecimento anterior para atingir o estado final desejado
- Aplicação de um tratamento pós-soldadura localizado

Prática de Inspeção Visual

Tanto o topo com a base de cada soldadura por fricção linear devem ser inspecionadas o máximo possível, por atributos que incluem:

- ✓ Uniformidade do furo saída
- ✓ Rebarba
- ✓ Marcas Chevron
- ✓ Variações dimensionais de espessura
- ✓ Desalinhamentos
- ✓ Fissuras
- ✓ Porosidade
- ✓ Falta de penetração

Referências

Slide:

[1] <https://www.twi-global.com/media-and-events/insights/defect-free-low-distortion-welding-for-autoclave-fabrication-362>

[2] www.phase-trans.msm.cam.ac.uk/2003/FSW/aaa.html

[2] https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-102610-103816/unrestricted/Final_Presentation-BuckleyChiang.pdf

[3, 12] <http://imv-global.com/news/wp-content/uploads/2017/05/Slip-table%E3%80%80TVH0321.pdf>

[3] M.-K. Besharati-Givi, P. Asadi, *Advances in Friction-Stir Welding and Processing* (Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies), Woodhead Publishing, 2014

[10] <https://www.grenzebach.com/insights/friction-stir-welding-for-energy-revolution/>

[8] <https://www.twi-global.com/media-and-events/insights/friction-stir-welding-on-the-london-underground-383>

[11] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Super_Liner_Ogasawara-1.JPG

[13, 14, 16] <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20090015054.pdf>

[13, 16] Mel Schwartz, *Innovations in Materials Manufacturing, Fabrication, and Environmental Safety*, CRC Press, 2010

Referências

Slide:

[13, 16] Chiteka, Kudzanayi. "Friction stir welding/processing tool materials and selection." International Journal of Engineering Research & Technology 2.11 (2013).

[13, 16] Chiteka, Kudzanayi. "Friction stir welding/processing tool materials and selection." International Journal of Engineering Research & Technology 2.11 (2013).

[13, 16] https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/survey_and_inspection/186_frictweldalum/fsw_guide_e.pdf

[16] http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/8523/9/09_chapter%202.pdf

[16] Rajiv Mishra, Murray Mahoney, Yutaka Sato, Friction Stir Welding and Processing VII, Springer, 2016