

SOLDABILIDADE DAS LIGAS DE ALUMÍNIO, SOLDA POR FRICÇÃO E REBITAGEM

Metalurgista Industrial

agosto 2019

www.metalurgistaindustrial.com.br

Na Resenha Técnica Aços de Alta Resistência e Baixa Liga - Parte II é abordado o conceito de soldabilidade como a capacidade de os materiais preservarem suas integridades estruturais enquanto submetidos a processos de soldagem. A classificação das ligas de alumínio segundo o sistema alfanumérico ISO é apresentada na Resenha Técnica O Envelhecimento dos Metais e as Ligas de Alumínio.

As ligas de alumínio podem ser soldáveis ou não soldáveis por fusão a arco, não soldáveis sob o conceito de susceptíveis à ocorrência de defeitos que comprometem a integridade estrutural.

Ligas 1XXX. São essencialmente alumínio 99% puro e são facilmente soldáveis.

Ligas 2XXX. São ligas aeroespaciais de alta resistência, e em sua grande maioria susceptíveis a trincamento a quente.

Ligas 3XXX. Compreendem ligas de média resistência. São muito mecanicamente conformáveis e prontamente soldáveis.

Ligas 4XXX. A exemplo da família anterior, são soldáveis sem restrições.

Ligas 5XXX. Essa é uma família de alta resistência e excelente soldabilidade.

Ligas 6XXX. Podem ser facilmente soldáveis, embora demandem técnicas apropriadas.

Ligas 7XXX. Também são ligas aeroespaciais de alta resistência, e em sua grande maioria são sensíveis a trincamento a quente e corrosão sob tensão (*stress corrosion*).

Zonas termicamente afetadas (ZTA)

No caso de a resistência das ligas depender do efeito de endurecimento por trabalho a frio e por solução sólida, como nas séries 1XXX, 3XXX e 5XXX, o processo de soldagem resulta em perda de dureza na ZTA adjacente à solda.

Tratamento térmico

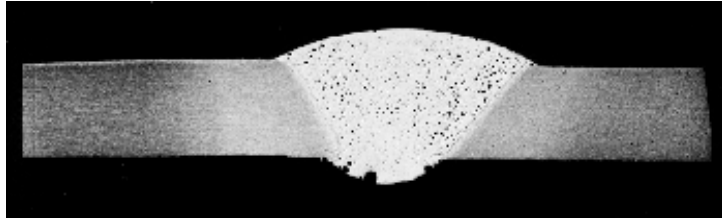
Nas ligas que encontram suas resistências por tratamento de solubilização e envelhecimento (*precipitation hardening*), como nas séries 2XXX, 6XXX e 7XXX, a solda por fusão redistribui os constituintes promotores da dureza na ZTA e reduz localmente a resistência do material.

Soldagem por fusão

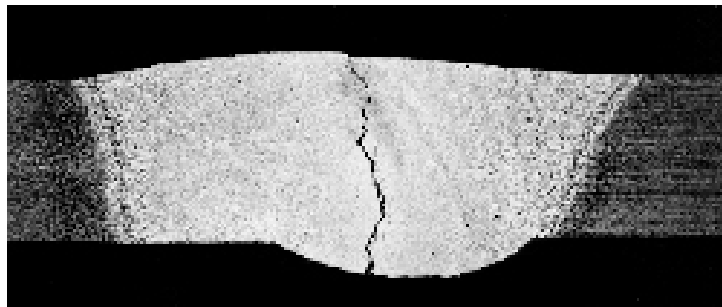
As ligas de alta resistência, como 7010 e 7050 e a maioria da série 2XXX, não são recomendadas serem submetidas a soldagem por fusão porque propensas à ocorrência de trincas de solidificação por liquação. Essas trincas são formadas na ZTA em temperaturas próximas à solidus do metal base, associadas à formação de bolsões de material líquido nesta região que pode se disseminar entre os contornos de grãos sob a forma de um filme fino, provocando fragilização do metal e propiciando a formação de trincas no resfriamento.

Defeitos em soldas

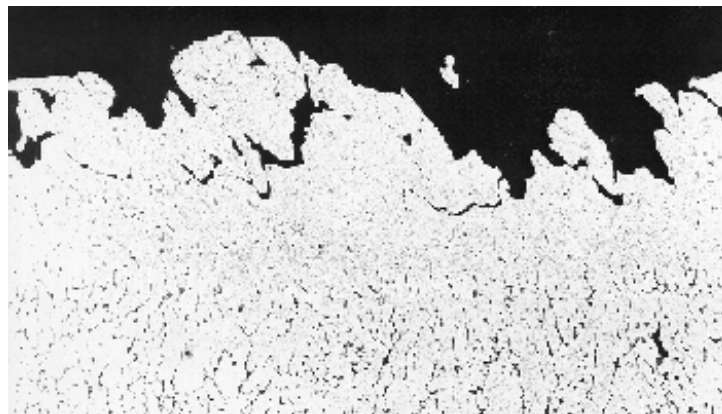
Os principais defeitos em soldas de ligas de alumínio são porosidade (por absorção de hidrogênio), trincas (provocadas por expansão térmica e liquação) e perfil inadequado do cordão de solda (como falta de fusão e de penetração e rebaixos).



Porosidade



Trinca por expansão térmica

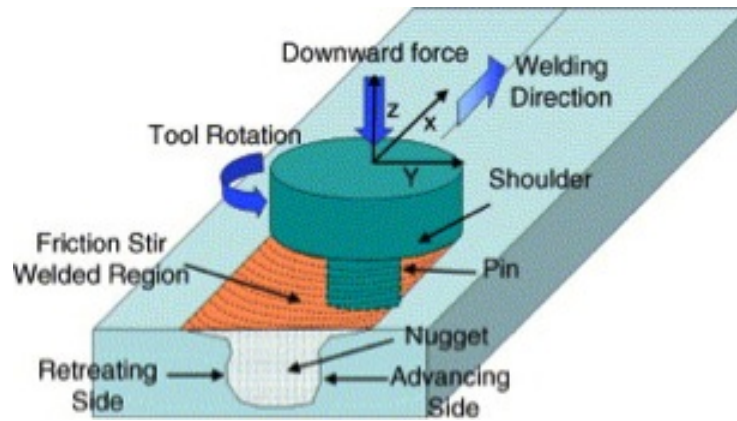


Trinca por liquação

Solda por Fricção e Mistura Mecânica (Friction Stir Welding- FSW)

Essa técnica, particularmente adequada às ligas de alumínio, é um processo de união no estado sólido (o metal não é fundido), que utiliza uma ferramenta para unir duas superfícies em contato, gerando calor entre esta e o material adjacente às partes a serem unidas.

O calor gerado provoca amolecimento da região próxima à ferramenta, que mistura mecanicamente ambas as peças do metal no local da junta. O metal então amolecido devido à elevada temperatura pode ser unido por pressão mecânica aplicada pela própria ferramenta.



Rebitagem

Restrições de soldabilidade devidas a questões relacionadas com espessura ou características intrínsecas da liga em pauta, encontram alternativa de junção por meio de rebites, a exemplo da construção de fuselagens de aeronaves.

As técnicas de rebitagem não se limitam à junção de folhas metálicas, sendo amplamente utilizadas em estruturas metálicas em aço, construção naval e ligas metálicas em geral às quais são conferidos aumentos de resistência mecânica por meio da fina dispersão de precipitados. Os mecanismos de formação de precipitados são afetados pelos ciclos térmicos impostos pelos processos de soldagem por fusão.

A soldagem por fusão a arco é antes de tudo a imposição de um tratamento térmico. As ligas reputadas como não soldáveis por fusão são também denominadas não termicamente tratáveis.

O processo de soldagem sofre de desigualdades entre aquecimento e resfriamento, que conduz a distorções de forma e introdução de tensões adicionais nos materiais. Essas tensões adicionam-se às oriundas das próprias condições de serviço dos componentes soldados. Caso os níveis de dureza desses componentes não permitam a acomodação elasto-plástica das tensões a que são submetidos esses materiais, emerge a ocorrência de trincas.

Inúmeras vantagens e desvantagens comparativas entre as soldas por fusão e a junção por rebites podem ser alinhadas. Essas incluem razões de ordem econômica e até estéticas. De qualquer modo, há casos mandatórios como a soldagem na fabricação de tubos com costura. E a rebitagem na construção de fuselagens.