



# Soldagem por Fricção Linear: o Aço Pegando Carona com a Concorrência

**C**erta vez Napoleão afirmou que o momento mais perigoso é o da vitória. O tema da edição anterior desta coluna foi o grande sucesso alcançado pelo processo de estampagem a quente de chapas de aço, o que certamente contribuiu para aumentar a competitividade desse material. Mas esse avanço despertou a atenção dos maiores concorrentes da siderurgia. Esse processo, devidamente adaptado, também melhora a conformabilidade do alumínio. Além disso, há perspectivas de que seu uso poderá ser decisivo para viabilizar a conformação de chapas de magnésio, proporcionando reduções de peso ainda maiores nos automóveis.

Por outro lado, processos originalmente desenvolvidos para ligas não-ferrosas também podem ser adaptados para o aço. É o caso da soldagem por fricção linear, patenteada na Inglaterra em 1991 pelo The Welding Institute (TWI), situado em Cambridge (Reino Unido). Trata-se de um processo no estado sólido, no qual uma ferramenta não-consumível gira ao longo da interface entre os dois materiais a serem soldados. A ferramenta consiste de um pino protuberante que “mergulha” no interior das peças que estão sendo unidas, possuindo ainda um “ombro” concêntrico com maior tamanho, que se mantém sobre a superfície da junta. A superfície côncava do ombro gera uma mistura de calor de fricção e de pressão de forjamento. O aquecimento por fricção gerado pelo ombro e a rotação do pino em contato com o material-base produzem uma região localmente plastificada ao redor da ferramenta. O material plastificado é deslocado à medida em que a ferramenta se move ao longo da junta soldada. É produzida uma união metalúrgica plenamente consolidada em decorrência do calor e pressão de forjamento proporcionados pela ferramenta.

Este novo processo possui diversas vantagens em relação às técnicas convencionais de soldagem. Uma vez que não ocorre fusão dos materiais envolvidos, pode-se obter uma união soldada com qualidade muito alta em função de aporte térmico muito baixo, o qual também é muito eficiente, uma vez que todo o aquecimento ocorre apenas na interface ferramenta/peças sob união. Isso também faz com que a distorção dos componentes seja mínima e que não haja geração de salpicos. O processo também se caracteriza pela ausência de material de adição, proporcionando significativa redução de custos. Também não há geração de fumos, dispensando o uso de máscaras pelos trabalhadores. Tudo isso torna a soldagem por fricção linear altamente eficiente e ecologicamente amigável, facilitando sua plena automação. O menor aporte de energia faz com que a união obtida apresente melhores propriedades mecânicas e resistência à fadiga em relação às confeccionadas pelos processos con-

vençionais, além de acabamento superficial muito liso, com pouca ou nenhuma geração de rebarbas, minimizando a necessidade de inspeção posterior. O processo ainda possui potencial para unir materiais diferentes que não podem ser soldados pelos processos convencionais. Ele é completado em poucos segundos e apresenta alto grau de reprodutibilidade.

A soldagem por fricção linear foi inicialmente limitada a ligas metálicas com baixo ponto de fusão porque os primeiros materiais usados na confecção das ferramentas não conseguiam suportar as tensões necessárias para “agitar” ligas com maiores pontos de fusão, tais como aços em geral. Posteriormente, este problema começou a ser resolvido com a introdução de novos materiais com dureza muito alta para a confecção das ferramentas, tais como o nitreto de boro cúbico policristalino (PCBN) e tungstênio-rênio (W-Re). O uso de suportes de ferramenta refrigerados com líquido e de sistemas de telemetria refinaram ainda mais o processo e sua capacidade. Isso abriu a possibilidade do uso da fricção por soldagem linear em praticamente todos os campos industriais onde se aplica a soldagem convencional de aços. Os primeiros a serem explorados de forma consistente foram a

construção naval e a instalação de tubos com grande diâmetro.

Contudo, ainda há outros problemas a serem vencidos para que a soldagem por fricção linear seja amplamente utilizada na soldagem dos aços. Em primeiro lugar, é necessário considerar que há numerosas variantes dos processos convencionais que permitem a confecção de uniões soldadas satisfatórias e confiáveis para esse material, o que não estimula o emprego de processos ainda não dominados plenamente. Afinal, a tecnologia dos novos materiais para a ferramenta ainda é incipiente: é necessário melhorar ainda mais sua resistência ao desgaste e caracterizar plenamente a eventual contaminação do material-base por seus resíduos. As consequências das transformações de fase que acompanham a soldagem por fricção linear ainda não foram estudadas com profundidade suficiente no caso dos aços. Finalmente, a enorme variedade de aços já disponível - e que continua a se expandir - exige considerável número de experimentos para otimização do processo de soldagem em cada caso específico. IH

**Antonio Augusto Gorni** é Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1981); Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Escola Politécnica da USP (1990); Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001); Especialista em Laminação a Quente. Autor de mais de 200 trabalhos técnicos nas áreas de laminação a quente, desenvolvimento de produtos planos de aço, simulação matemática, tratamento térmico e aciaria.

**Este novo processo possui diversas vantagens em relação às técnicas convencionais de soldagem. Ele é completado em poucos segundos e apresenta alto grau de reprodutibilidade**