

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARA DIFERENTES GEOMETRIA NA SOLDA POR FRICÇÃO NA LIGA DE ALUMÍNIO AL7075

Autores: Ghisana FEDRIGO, Gabriel Alvíso WOLFART, Mario WOLFART Jr.

Identificação autores: Bolsista PIBITI-CNPq; Bolsista PIBIC-EM-CNPq ; Orientador IFC-Campus Luzerna.

Introdução

As ligas de alumínio de alta resistência têm sido aplicadas como materiais com elevada relação de resistência e peso. Entre elas, as ligas da série 7XXX como a liga Al7075 são amplamente usadas em estruturas aeronáuticas, automotivas, e também na fabricação de moldes e matrizes de injeção de plástico por causa da leveza e da alta resistência (HAN et al., 2013).

Os moldes de injeção para plástico da liga de alumínio Al7075, conforme for o seu design, as peças chegam a custar centenas de milhares de reais. Mesmo com um preço elevado, o valor é retornado devido a sua utilização em longo prazo. Caso ocorra um problema em alguma região desses moldes com formato específicos ou também problemas durante o processo de usinagem da confecção de novos moldes, dos quais essas peças não têm substituição fácil como pinos e buchas, a solda serve como uma forma alternativa para o reparo deste local.

Contudo, há uma grande dificuldade de realizar a soldagem através dos processos convencionais na liga Al7075, devido à alta condutividade térmica, presença de uma camada de óxido, coeficiente de dilatação térmica elevada, elevada solubilidade de hidrogênio a alta temperatura (LI et al., 2015). No caso do reparo de moldes com a solda por fusão, além dessas dificuldades, os respingos após o polimento destes moldes, ficam marcados, podendo até as vezes, levar o molde ao descarte.

Um dos processos alternativos de reparo é através da solda por fricção com pino consumível. O processo de reparo por fricção com pino consumível é um processo de soldagem no estado sólido. Neste processo um pino consumível em rotação é soldado por atrito em um furo sob uma carga axial aplicada. O aquecimento gerado pelo atrito entre as duas interfaces, resulta em altos níveis de deformação no pino consumível, e assim este se plastifica no furo, preenchendo a cavidade. (CHLUDZINSKI et al, 2012). Isso significa que não há a fusão neste processo, oferecendo resultados superiores em relação aos tipos de soldas convencionais que envolvem a fusão do metal.

Material e Métodos

Os corpos de prova foram confeccionados na liga de alumínio Al7075, no torno CNC Romi CENTUR 30D. Foram adotadas duas geometrias diferentes de pino para o projeto. A geometria 1 está representada na Figura 1. A geometria 2 está representada na Figura 2.

O furo no metal base para a geometria 1 e geometria 2, foram utilizados respectivamente, uma fresa de ponta esférica inteiriça de metal duro 2 corte \varnothing 10,0 mm, e uma broca HSS de 2 cortes \varnothing 10,0 mm.

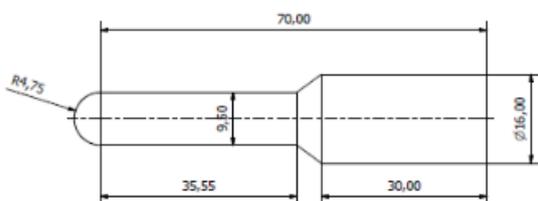


Figura 1 – Geometria 1 do pino consumível

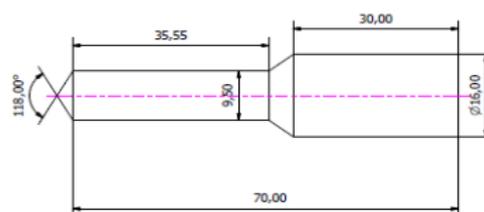


Figura 2 – Geometria 2 do pino consumível

Os parâmetros de soldagem utilizados na fresadora Diplomatic 3001 foram a velocidade de avanço fixada em 7 mm/s, variando somente a velocidade de rotação em 2500, 3000, 3500 e 4000 rpm. O substrato fixado na morsa da mesa, foi ao encontro do pino consumível em rotação, o qual foi fixado com uma pinça no mandril da fresadora.

A preparação metalográfica dos corpos de prova passou pelo método padrão com intuito de analisar a macro e a microestrutura da liga Al7075 soldada por Solda por Fricção com pino consumível. O ataque químico utilizado para macrografia foi a solução 10 ml HCl, 30 ml HNO₃, 20 ml H₂O e 5g FeCl₃. Esta análise realizou-se em um microscópio estéreo OPTIKA SZM6ERGC. Já o ataque químico utilizado para micrografia foi a a solução Keller (2 ml de HF, 3 ml HCl, 5 ml HNO₃ e 190 ml H₂O). Esta análise foi concretizada pelo microscópio metalúrgico ótico OPTIKA B-1000MET.

Resultados e discussão

A Figura 3 apresenta as macrografias de cada geometria para cada parâmetro de soldagem. Os ensaios que mais apresentaram falhas foram com a velocidade de rotação de 2500 rpm, para as duas geometrias. Já os que apresentaram menos falhas foram com a velocidade de rotação de 4000 rpm. Foi observado que que, conforme a rotação fosse aumentada, menor é a presença de falhas na macrografia, para as duas geometrias.

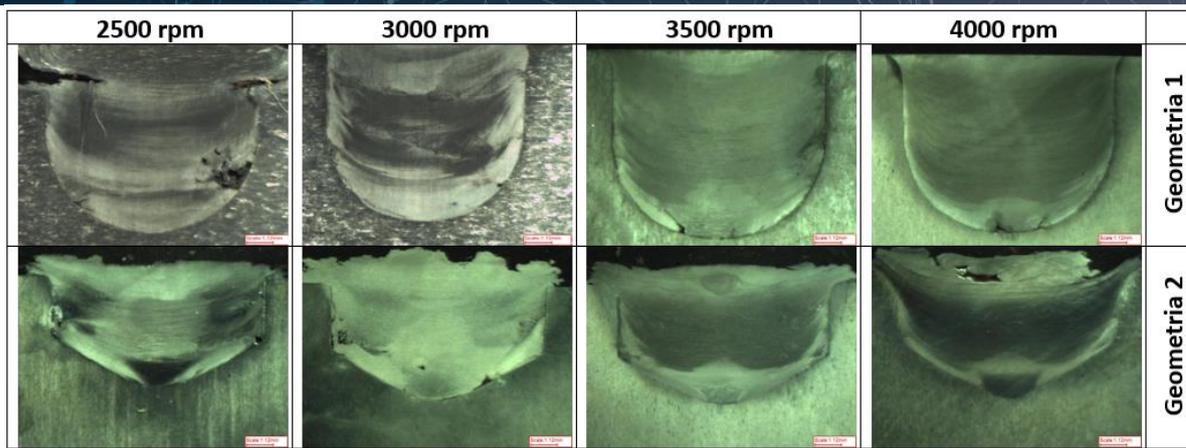


Figura 3- Macrografia das soldas por fricção variando somente a rotação do pino consumível.

A presença de falhas mesmo com a velocidade de rotação de 4000 rpm pode ser devido a carga axial insuficiente, pois o equipamento utilizado para os ensaios de solda por fricção é uma fresadora convencional, não possuindo quantidade de forças suficiente exercida do torque do motor. Segundo Mattei (MATTEI 2011), a aparição de pontos com falta de ligação, são subsequentes das forças insuficientes para o processo.

As Figuras 4 e 5 apresentam a micrografia do pino consumível e substrato. Destas figuras, é possível notar que a microestrutura no pino consumível refinou-se comparada com a do metal base, já que o processo de solda por fricção tem o aquecimento e resfriamento rápido. Porém, é perceptível que a solda aqueceu somente o pino, não modificando a microestrutura do substrato. Segundo Chludzinski (CHLUDZINSKI 2011), que conforme a carga aplicada, há modificação na zona termicamente afetada no substrato. Como não é perceptível a zona termicamente afetada, é notável que seja também decorrente da insuficiência da força aplicada.

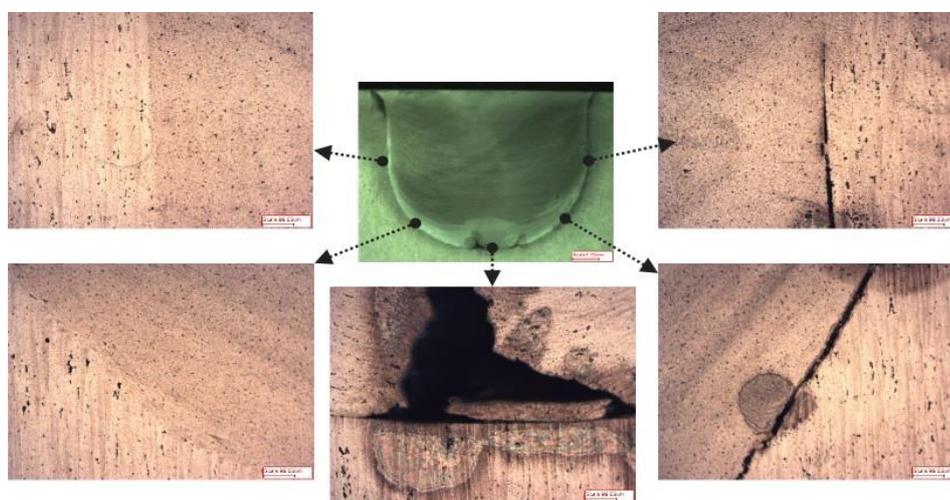


Figura 4 – Micrografia da solda por fricção com pino consumível da geometria 1 com 4000 rpm.

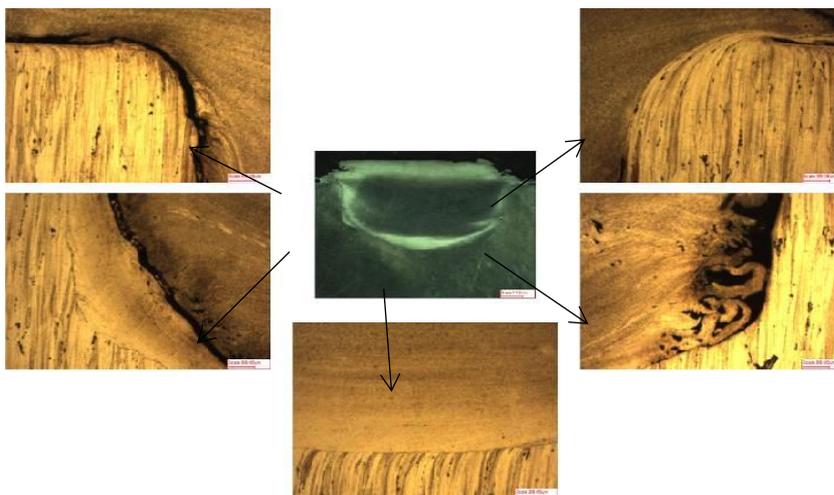


Figura 5 - Micrografia da solda por fricção com pino consumível da geometria 2 com 4000 rpm.

Foi observado que nos ensaios para a geometria 1, extremidade do furo não foi o primeiro contato com o furo, fazendo assim com que as paredes do furo fossem a primeira região de contato com o pino, explicando o porquê da presença de falhas no meio do furo. Para a geometria 2, as falhas estão principalmente no canto de concordância da face cônica para a face cilíndrica do pino e do furo. Segundo Jardim (JARDIM 2007), os defeitos de soldagem como falta de ligação entre as interfaces são justificáveis pela utilização inadequada das geometrias entre o furo e o pino.

Conclusão

Mesmo modificando a geometria, as falhas de adesão na solda continuaram aparecendo para a liga de alumínio Al7075. Os defeitos de soldagem como falta de ligação entre o pino e o furo podem ser decorrentes da utilização inadequada das geometrias entre a interface. Também, o torque gerado pelo motor da fresadora não é suficiente para a solda por fricção com pino consumível na liga Al7075. Apesar dos resultados obtidos com a fresadora, é possível realizar este processo com um equipamento adequado que seja capaz de transmitir a força necessária, e assim, solde o pino no metal base.

Referências

CHLUDZINSKI, Mariane; MATTEI, Fabiano; STROHAECKER, Telmo R. **Influência da força aplicada na soldagem por fricção com pino consumível em aços**. Rev. LatinAm. Metal. Mater., Caracas , v. 31, n. 2, p. 122-127, dic. 2011.

CHLUDZINSKI, M. et al. Fracture toughness of Friction Hydro-Pillar Processing welding in C–Mn steel. **Materials & Design**, [s.l.], v. 33, p.340-344, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2011.07.056>.

HAN, Bing et al. AA7075 bit for repairing AA2219 keyhole by filling friction stir welding. **Materials & Design**, [s.l.], v. 51, p.25-33, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2013.03.089>.

MATTEI, Fabiano. **Desenvolvimento de equipamento para estudo de soldagem por fricção**. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Mina, Metalurgia e de Materiais., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

JARDIM, A.P. et al. **Efeito da Geometria do Pino e do Furo no Reparo por Atrito - Resultados Preliminares**. Tecnologia em Metalurgia e Materiais, 2007.
De acordo com as normas da ABNT, apresentadas em ordem alfabética.

LI, Dongxiao et al. Investigation of stationary shoulder friction stir welding of aluminum alloy 7075-T651. **Journal Of Materials Processing Technology**, [s.l.], v. 222, p.391-398, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.03.036>.