

Influência da concentração de Al na energia de ativação da reação eutetóide reversa em ligas de Cu-Al.

Thaís M. Carvalho^{1*}(PG), Antonio T. Adorno¹(PQ), Aroldo G. Magdalena¹(PG), Ricardo A. G. Silva²(PQ), Camila M. A. Santos¹ (PG), Samarah V. Harb¹(IC)

*thaisa.mary@gmail.com

¹Instituto de Química-UNESP, Departamento de Físico-Química, Laboratório de Materiais Metálicos, Caixa Postal 355, 14801-970 Araraquara-SP

²UNIFESP, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, 09920-540 – Diadema-SP

Palavras-chave: método isoconversional, cinética não-isotérmica, reação eutetóide reversa, ligas de Cu-Al, adições de Al.

Introdução

Os mecanismos reacionais em sistemas sólidos são muitas vezes desconhecidos ou muito complicados para serem caracterizados por um modelo cinético simples. Uma vez que um modelo cinético apropriado para cada sistema é estabelecido, este poderá ser usado na previsão do seu comportamento futuro, principalmente em temperaturas e tempos em que nem sempre são facilmente testados¹. Estudos cinéticos por meio do método isoconversional (Free-Model) apresentam condições mais apropriadas para análise das diferentes etapas reacionais ocorridas em um processo. Esse método descreve a variação da energia de ativação (E_a) ao longo do processo reacional estudado, evidenciando a existência de diferentes processos e mecanismos. A reação eutetóide é uma transição de primeira ordem com velocidade controlada por difusão de volume ou no contorno de grão e envolvendo nucleação e crescimento². A fase α primária é uma solução sólida terminal de Al no cobre, com estrutura fcc e que em temperaturas abaixo de 340 °C forma a fase ordenada α_2 . A fase β de alta temperatura é uma solução sólida desordenada com estrutura bcc e a estrutura da fase γ_1 (Al_4Cu_9) é baseada no latão γ ³. Neste trabalho, a influência da concentração de Al na energia de ativação da reação eutetóide reversa ($\alpha + \gamma_1 \rightarrow \beta$) nas ligas Cu-9%Al, Cu-10%Al e Cu-11%Al (m/m) foi estudada utilizando o método isoconversional (Free-Model).

Resultados e Discussão

As figuras 1-a, 1-b e 1-c mostram as curvas DSC obtidas para as ligas Cu-9%Al, Cu-10%Al e Cu-11%Al (m/m), em várias razões de aquecimento. O pico em torno de 560 °C está associado à reação eutetóide reversa ($\alpha + \gamma_1 \rightarrow \beta$).

A figura 2 mostra o perfil da energia de ativação com a fração transformada. Nota-se que o perfil das curvas é semelhante e praticamente constante, sugerindo que o mecanismo reacional nas ligas estudadas é o mesmo. Os valores médios da energia de ativação, obtido pelo método isoconversional para as ligas Cu-9%Al, Cu-10%Al e Cu-11%Al (m/m) foram respectivamente 755,82, 907,13 e 1159,88 kJmol⁻¹. O aumento no valor da energia de ativação com a concentração de Al deve

estar associado a mudanças na fração relativa de Cu na reação eutetóide reversa. Assim, na reação Al_4Cu_9 (fase γ_1) + 3Cu (fase α) \rightarrow 4Cu₃Al (fase β), o aumento na concentração de Al corresponderá a um decréscimo na fração relativa de Cu disponível para a reação, aumentando assim a energia de ativação.

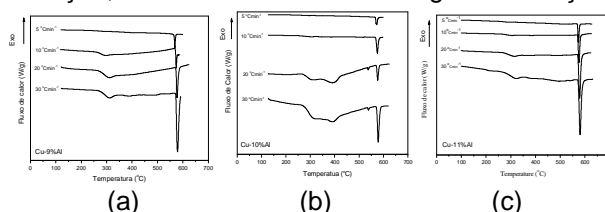


Figura 1 - Curvas DSC obtidas em diferentes razões de aquecimento para as ligas (a) Cu-9%Al, (b) Cu-10%Al e (c) Cu-11%Al, recozidas.

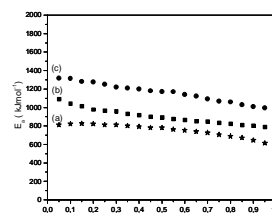


Figura 2 - Gráficos do perfil da energia de ativação em função da fração transformada obtidos pelo método isoconversional (Free-Model) (a)Cu-9%Al, (b)Cu-10%Al e (c)Cu-11%Al

Conclusões

Os resultados mostraram que os valores da energia de ativação, obtidos para as ligas Cu-9%Al, Cu-10%Al e Cu-11%Al pelo método isoconversional (Free-Model) ficam praticamente constantes com a variação da fração transformada para cada liga, sugerindo um único mecanismo reacional. O aumento no valor da energia de ativação com a concentração de Al foi atribuído a mudanças na fração relativa de Cu durante a reação eutetóide reversa.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp e à Capes pelo suporte financeiro.

¹ Blaine, R. *Amer. Lab.* **1998**, *30*, 21.

² Kwarciak, J. J. *Therm. Anal.* **1986**, *31*, 1279.

³ Massalski T.B. *Binary Alloy Phase Diagrams.* **1992**, *1*, 141.