

## A SEQUÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO EM LIGAS Cu-Be-Co

Waldemar A. Monteiro - Departamento de Metalurgia Nuclear  
IPEN-CNEN/SP

As ligas cobre-berílio-cobalto, devido a sua excelente resistência e de sua elasticidade combinada a uma boa conformabilidade e as suas propriedades elétricas, são muito utilizadas para a fabricação de condutores de corrente, conectores de alto desempenho, lâminas de contactos para relês, anéis utilizados em trens de aterrissagem de aviões, peças de compressores na indústria nuclear, na eletrônica como microcontactos, relês e conectores, etc. Dessa forma, é importante analisar possíveis modificações microestruturais (mudanças de fase, desestabilização de fases, precipitações) que acarretarão em alterações das propriedades mecânicas e elétricas do material e conseqüentemente diminuirão a sua vida útil.

Como a liga Cu-Be-Co é uma liga endurecida por precipitação, devido principalmente a tratamentos térmicos, é nosso interesse levantar informações mais seguras sobre os processos de envelhecimento por tratamentos térmicos dessa liga. Uma das ligas estudadas foi a Cu-1,9%Be-0,03%Co (produzida em laboratório no IPT/SP); esta liga sofreu processo de solubilização a 800°C por 1 hora em atmosfera de argônio, seguida de tempera em água resfriada. As amostras solubilizadas foram envelhecidas a diversas temperaturas para vários tempos em banhos de sal. As microestruturas destes tratamentos foram observados por M.E.T. (JEM-200C) e a identificação das fases por difração eletrônica. Discos de 3mm foram obtidos após os tratamentos térmicos de envelhecimento e polidas eletroliticamente por meio da técnica de eletropolimento de jato duplo (eletrólito: 1/3 de ácido nítrico + 2/3 de metanol a - 20°C), resultando, no final, em folhas finas apropriadas a observações microestruturais por M.E.T.

A precipitação observada ocorreu no interior dos grãos (precipitação contínua) e também no contorno de grãos (precipitação descontínua). A figura 1 mostra a microestrutura da liga CuBeCo solubilizada a 800°C, onde podemos constatar a ausência de precipitação tanto no interior como nos contornos de grão. Na figura 2 temos a microestrutura da mesma liga solubilizada a 800°C e envelhecida a 250°C por 6 minutos, nota-se a presença de duas fases, uma delas rica em cobalto (precipitação fina de cobalto no interior do grão).

Na figura 3 temos a microestrutura do interior de um

grão da liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida ( $250^{\circ}\text{C}$  X 1 hora). Temos a presença de contraste de estrias em razão da presença das chamadas zonas de Guinier-Preston, (fase  $\gamma''$ ), pequenos precipitados com formato de placas, distribuídas em planos (001) da matriz. A figura 4 mostra a presença dos mesmos precipitados na liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida ( $250^{\circ}\text{C}$  X 4 horas), sendo que neste caso os precipitados apresentam tamanho maior, além deles nota-se presença de precipitados grosseiros de cobalto. A figura 5 nos traz a microestrutura para a liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida ( $300^{\circ}\text{C}$  X 6'), temos precipitados maiores correspondendo a chamada fase  $\gamma'$  e no contorno de grão temos também a presença de precipitação descontínua de fase  $\gamma$  (fase estável). A figura 6 nos dá a microestrutura da liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida a  $300^{\circ}\text{C}$  por 1 hora, onde se observa parte de dois grãos onde em um deles temos a textura tweed em destaque e no outro, presença de precipitação rica em cobalto. O alinhamento dos precipitados  $\gamma'$  se dá ao longo dos traços dos planos (110), como podemos ver pelo padrão de difração.

A figura 7 nos mostra uma microestrutura da liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) envelhecida a  $300^{\circ}\text{C}$  por 4 horas, onde no interior dos grãos temos a formação de precipitação  $\gamma'$  enquanto que no contorno observamos a precipitação descontínua que por análises de difração eletrônica indicam ter estrutura ordenada B2.

A figura 8 é uma microestrutura da liga CuBeCo solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida ( $350^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) onde há uma perda parcial das estrias observadas, anteriormente com formação e crescimento de precipitados em formato de plaquetas (fase  $\gamma'$ ). A figura 9 tem a microestrutura da liga solubilizada ( $800^{\circ}\text{C}$  X 1 hora) e envelhecida ( $350^{\circ}\text{C}$  X 4 horas) onde está presente a fase  $\gamma'$  (estrutura ordenada B2).

Assim, podemos concluir que a sequência de precipitação encontrada na liga Cu-1,9%Be-0,03%Co solubilizada a  $800^{\circ}\text{C}$  por 1 hora e envelhecida a diferentes temperaturas foi:

1º) Zonas de Guinier-Preston; 2º) Fase  $\gamma''$ ; 3º) Fase  $\gamma'$ . Não houve presença da fase mais estável no interior dos grãos; foi observada somente em contorno de grão durante precipitação descontínua.

#### Referências

1. W. Bonfields; B.C. Edwards, Journal of Materials Science 9 (1974) 398-422.
2. E.G. Baburaj; V.D. Kulkarni; E.S.K. Menon, R. Krishmon Phase Transitions (1979), vol. 1, p. 171-198.







