

ESPECTROSCOPIA EELS DE LIGAS Cu-Ni-Be

WALDEMAR ALFREDO MONTEIRO

MARCILEI A.G. DA SILVEIRA

OSWALDO JÚLIO JUNIOR

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

C.P. 11049-PINHEIROS-05422-970-São Paulo-Brasil

As ligas cobre-berílio tem uma grande variedade de composições que apresentam boas propriedades mecânicas e elétricas. A melhoria nas propriedades mecânicas é devido ao endurecimento por precipitação após tratamentos térmicos destas ligas. Dependendo da sua utilização, elas poderão ter pequenas quantidades de outros elementos como o cobalto, o níquel, o chumbo, etc., que incrementarão sua resistência mecânica sem prejudicar sensivelmente as propriedades elétricas. Assim sendo, as ligas Cu-Be, devido a sua excelente resistência mecânica e elasticidade combinadas com uma boa conformabilidade além da boa propriedade elétrica, são muito utilizadas na fabricação de condutores de corrente, conectores de alto desempenho, lâminas de contacto para relês, anéis utilizados em trens de aterrissagem de aviões, peças de compressores na indústria nuclear, na eletrônica como microcontactos, relês e conectores, etc. Uma das ligas indicadas para as aplicações supra-citadas é a liga Cu-2%Ni-X%Be ($X = 0,1; 0,3; 0,6$), que também apresenta aspectos econômicos favoráveis devido a substituição do elemento cobalto nas ligas comerciais normalmente utilizadas para estas aplicações (ligas Cu-Be-Co).

A liga Cu-Ni-Be utilizada neste trabalho foi fundida com material de alta pureza utilizando-se um forno a arco voltaico. A liga produzida apresentou 2,2% em peso de Ni, X% em peso de Be ($X = 0,1; 0,3; 0,6$) e o restante de Cu. A liga fundida foi homogeneizada a 955°C por uma hora em forno de resistência em atmosfera de argônio, sendo realizada, em seguida, tempera em água. Do material homogeneizado foram produzidas várias lâminas de 0,85mm de espessura que foram laminadas a frio com 30% de redução em espessura. Em seguida, sofreram um pré-envelhecimento a 400°C por 3 horas. Estas lâminas foram novamente conformadas a frio com 60% de redução em seguida foram divididas em dois lotes, o primeiro lote rece-

beu tratamento térmico de envelhecimento a 425°C por 6 horas e o segundo lote a 380°C por 6 horas.

Neste trabalho, a liga CuNiBe, liga endurecível por precipitação, foi caracterizada por meio da técnica de espectroscopia EELS com o intuito de se poder constatar a presença do elemento Be nos chamados precipitados intermetálicos (Beriletos) que se distribuem pela matriz de cobre e que ajudam no aumento da resistência mecânica da liga em questão.

Em complementação desta técnica foi também utilizada a espectroscopia de raios X (EDS). As duas técnicas utilizadas são acessórios do microscópio eletrônico de transmissão 2000 FX (JEOL). A microscopia eletrônica de transmissão analítica é a técnica que permite análises químicas localizadas (até 5nm), bem como a determinação da estrutura cristalina dessas mesmas regiões (difração eletrônica).

Foram analisadas três ligas CuNiBe com porcentagens crescentes de Be (0,1%; 0,3% e 0,6%). As figuras 1a e 1b apresentam os possíveis "beriletos" observados a 200KV. Por meio das análises por EELS (figura 2a e 2b) no precipitado e na matriz pode-se constatar perfeitamente a presença de Be nos precipitados observados tanto na liga contendo 0,6%Be como na liga com 0,3%Be. Já a liga contendo apenas 0,1%Be não só não apresenta significativa presença de precipitados do tipo beriletos como também não foi constatada presença pela técnica de espectroscopia EELS.

Assim sendo ao que tudo indica o limite inferior de Be para a formação de beriletos deve estar próximo de 0,3% em peso para as ligas Cu-2,2%Ni-X%Be.

Agradecimentos: Ao CNPq/RHAE pela concessão de bolsas de Iniciação Científica e de estágio no Exterior. Ao Max-Planck Institut/Stuttgart pela possibilidade da realização das experiências com a técnica EELS, em especial ao Eng^o Peter Kopolt.



Fig. 1a - Precipitado do tipo "berileto" em liga Cu-2,2%Ni-0,6%Be.



Fig. 1b - Precipitado do tipo "berileto" em liga Cu-2,2%Ni-0,3%Be.

Fig. 2a . Espectroscopia
EELS da liga
Cu₂,2%Ni₀,6%Be

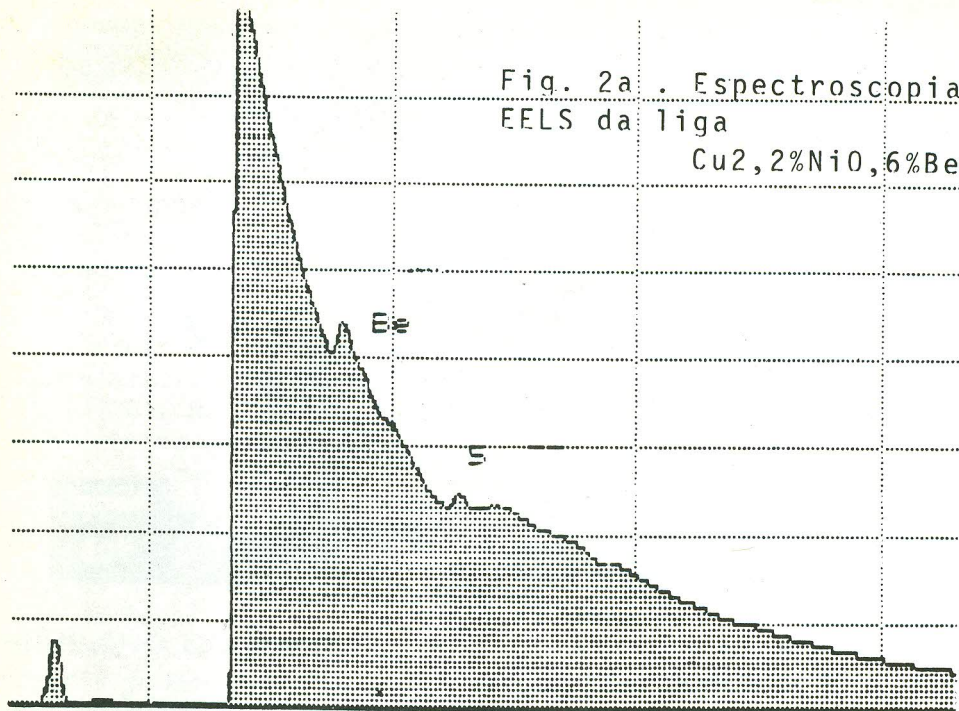


Fig.2b.Espectroscopia EELS
da liga Cu₂,2%Ni₀,1%Be

