

## Estudo da Precipitação e do Tempo de Solubilização de Partículas de MnS no aço Fe-3%Si.

V.A. RODRIGUES<sup>(1)</sup>, W.A. MONTEIRO<sup>(1)</sup>, N.A.M. FERREIRA<sup>(1)</sup>  
A.M.S. SILVA<sup>(2)</sup> e M.A. CUNHA<sup>(2)</sup>.

(1) IPEN/CNEN-São Paulo-S.P (2) NTE-CIA. AÇOS ESPECIAIS-ITABIRA ACESITA M.G.

O precipitado de sulfeto de manganês tem como função inibir o crescimento normal do grão durante o processo de fabricação do aço Fe-3%Si. No recozimento final ocorre um crescimento seletivo dos grãos que é função da orientação cristalográfica, e resulta em um crescimento anormal dos grãos com uma determinada orientação (orientação de Goss), consumindo os demais.

Para o controle da dissolução do precipitado de MnS na matriz ferrítica é necessário saber a temperatura em que ocorrerá a solubilização dos mesmos. Essa temperatura é fornecida pelo produto de solubilidade que segue a equação para o aço Fe-3%Si [1].

$$\text{Log}[(\text{pct Mn}) \times (\text{pct S})] = -14.855/T + 6,82 \quad (1)$$

onde: (pct Mn)=porcentagem em peso do Mn, (pct S)= porcentagem em peso de S, T=temperatura em graus Kelvin.

Foi feito o estudo da solubilização do precipitado de MnS na matriz do aço Fe-3%Si em função da dissolução dos precipitados e do crescimento de grão após tratamento térmico, bem como o estudo da precipitação do MnS em chapas laminadas a quente com variação em três regiões diferentes de uma tira (início, meio e final), superfície e espessura intermediária.

Para o estudo do tempo de solubilização dos precipitados de MnS, foi feito o tratamento térmico nas amostras em um forno resistivo com atmosfera controlada com as seguintes temperaturas: 1573 e 1623K e tempos de 5, 10, 15 e 20 minutos seguido de têmpera. A observação do tamanho de grão foi feita por meio de MO e a observação dos precipitados de MnS por MET. Utilizou-se para esta última, as técnicas de réplica de extração de precipitados e de fôlhas finas. A observação da

precipitação das partículas de MnS, foi feita através da análise da distribuição e tamanho do precipitado. Para esta análise foi feita a medida do tamanho do diâmetro do precipitado de MnS em toda tira com ampliações finais da ordem de 21000 a 52500 vezes de micrografias eletrônicas obtidas através do MET, para a qual utilizou-se como técnica de preparação de amostras a réplica de extração de precipitados. O analisador de imagens utilizado foi o Mini-Mop. Os dados foram tratados na planilha eletrônica para microcomputador, a qual permitiu um histograma da distribuição dos precipitados de MnS.

Na análise de microscopia de transmissão dos corpos de prova que foram submetidos a tratamento térmico a 1573 e 1623K, observou-se precipitados para o tempo de 5 minutos e a quantidade destes foi diminuindo para tempos crescentes, isto é concordante com o analisado por microscopia óptica, onde observou-se crescimento do tamanho do grão para tempos crescentes. Este crescimento do tamanho de grão deve-se ao processo de dissolução dos precipitados na matriz ferrítica, e conseqüentemente não há precipitados para tempos longos e assim tem-se a liberação do contorno de grão. Constata-se pela equação (1), para a composição química do aço em estudo, que a temperatura para a dissolução completa dos precipitados é aproximadamente de 1543K, o que é concordante com a temperatura a qual foi feito o tratamento térmico.

A análise dos gráficos de distribuição indicou que o tamanho do precipitado de MnS em toda a tira (superfície e espessura intermediária, no início, no meio e no final), está no intervalo de 300 a 900 Å, o que evidencia uma relativa homogeneidade quanto ao tamanho do precipitado. Quanto ao número de partículas observados nas diferentes temperaturas, observou-se maior homogeneidade no início da tira.

#### Referências:

[1] K.Iwayama and T.Haratani-The Dissolution and Precipitation Behavior of AlN and MnS in Grain-Oriented 3% Silicon-Steel with High Permeability-Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol.19, pgs.15-17, 1980.