

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA SUPERFÍCIE DE AÇOS MARAGING

Flávio Francisco Ivashita (Orientador), Leonardo Aurelio Varizi (PIBIC/CNPq/FA/Uem), e-mail: leonardo.varizi2016@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra / Física

Palavras-chave: Aço, Maraging, Óxidos

Resumo:

Aços maraging são, aços de ultra-alta resistência, usado como peças e ferramentas em reatores nucleares e centrifugas de enriquecimento de combustível nuclear. Na aplicação nuclear, este aço trabalha em ambiente altamente corrosivo, e a formação de camadas óxidas específicas e uniformes, atua como uma proteção para a corrosão. Por esta razão, é importante estudar e investigar os processos de reação de oxidação que ocorre na superfície do aço maraging. Neste trabalho, placas polidas de aço Maraging, foram tratadas em temperaturas de até 500 °C, em atmosfera livre, durante períodos de tempo de até 12 h. As superfícies dos aços, tratados termicamente, foram caracterizadas por difração de raios-X e análises quantitativas foram feitas utilizando o método de refinamento Rietveld.

Introdução

Os metais constituem o mais importante grupo de materiais de construção, graças às inúmeras aplicações nos vários campos da engenharia. O seu crescente emprego, e importância, deve-se principalmente ao conhecimento que se tem adquirido de suas propriedades, e do seu comportamento, sob a ação de diversas condições de serviço.

O aço é uma liga de ferro-carbono que pode conter concentrações apreciáveis de outros elementos de liga, como suas propriedades mecânicas são sensíveis ao teor de carbono, esta concentração é geralmente menos que 1%, podendo variar entre 0,008% até 2,11%. Existem subclasses que podem ser subdivididas em baixo, médio e elevada concentração de carbono (baixo para $C < 0,3\%$, médio para $0,3\% < C < 0,6\%$ e elevado para $0,6\% < C < 2,11\%$). Quando as concentrações de outros elementos de liga proveniente de processos de fabricação são maiores do que o considerado normal o aço recebe a classificação de aço-liga (aço baixo teor $> 8\%$ e aço de alto teor $> 10\%$) [CHIAVERINI,1986].

Neste trabalho, foram realizados estudos sobre o aço Maraging-350, que se trata de uma liga metálica com alto teor de elementos de liga (Fe, Ni, Co, Ti,

Mo), e baixo teor de carbono, garantindo uma das suas principais características que é a ultra resistência mecânica [CHIAVERINI, 1977, FLOREEN, 1968], podendo ser usado como peças e ferramentas em reatores nucleares e centrifugas de enriquecimento de combustível nuclear. Na aplicação nuclear, este aço trabalha em ambiente altamente corrosivo, e a formação de camadas oxidadas específicas e uniformes, atua como uma proteção para a corrosão [ROHRBACH, SCHMIDT, 1990]. Por esta razão, é importante estudar e investigar os processos de reação de oxidação que ocorre na superfície do aço Maraging.

Materiais e métodos

O aço Maraging-350 foi cedido pelo Centro Tecnológico da Marinha (CTM-ARAMAR/SP), e segundo a marinha, fabricado pela empresa Villares Metals. De acordo com informações do CTM-ARAMAR/SP, as amostras receberam apenas o tratamento térmico de solubilização, sem informar as condições deste tratamento.

Primeiramente, foram cortadas placas quadradas de aproximadamente 13 mm² e espessura de 2 mm. Estas placas foram lixadas, com várias granulometria de lixas d'água, até obter uma superfície mais lisa possível.

Na sequencia, tratamentos térmicos (utilizando um forno resistivo do tipo Mufla) foram realizados em atmosfera livre para promover a oxidação na superfície do aço (figura 1).



Figura 1 – Amostras tratadas termicamente, classificadas por temperatura e tempo de tratamento: 500°C/6h, 500°C/12h, 450°C/1h, 450°C/6h, 450°C/12h, 400°C/6h e 400°C/12h (da esquerda para a direita).

Resultados e Discussão

Medidas de difração de raios-X foram realizadas em um difratômetro automático convencional, em temperatura ambiente, operando na geometria $\theta/2\theta$, com feixe de raios-X produzido por tubo de cobre ($\lambda_1 = 1,54060 \text{ \AA}$). Os difratogramas foram coletados no intervalo angular de 20 a 80 graus, passos de 0,02 graus e tempo de aquisição de 2,0 segundos por passo.

Inicialmente, os difratogramas das amostras tratadas, foram comparados com padrões de referência catalogados em um banco de dados (JCPDS-ICDD), para a simples identificação das fases cristalinas. Assim, verificou-se que além do pico referente ao aço Maraging, em muitas amostras, surgiram também os picos referentes aos óxidos de ferro hematita (Fe₂O₃) e

magnetita (Fe_3O_4), e em alta temperatura também foi encontrado a fase austenita para o aço (figura 2).

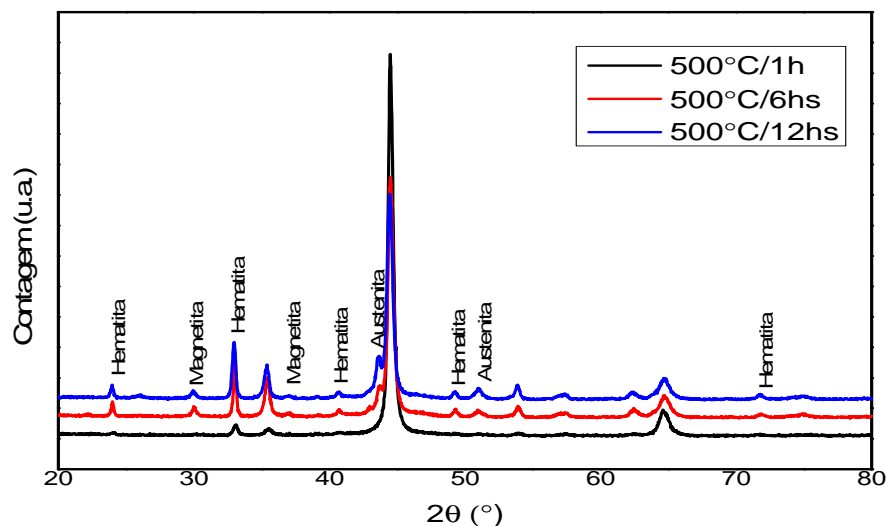


Figura 2 – Difratograma das amostras tratadas termicamente em 500°C.

Em seguida, uma análise difratométrica mais detalhada foi feita utilizando-se o método de refinamento de Rietveld [YOUNG, 1995]. Esta análise permitiu determinar quantitativamente as frações e os parâmetros de rede da estrutura cristalina de cada fase formada. A figura 3 mostra o refinamento para a amostra tratada a 500°C por 12hs.

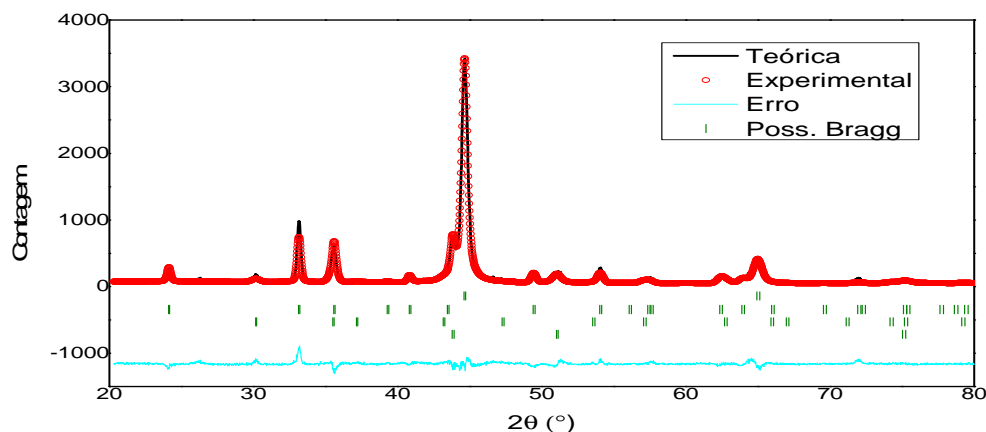


Figura 3 – Difratograma refinado da amostra 500°C/12hs.

Os refinamentos mostraram que além da temperatura de tratamento, a variação do tempo em que cada amostra fica exposta, influencia significativamente na formação das fases óxidas, conforme mostrado na figura 4, para a amostra tratada a 500°C.

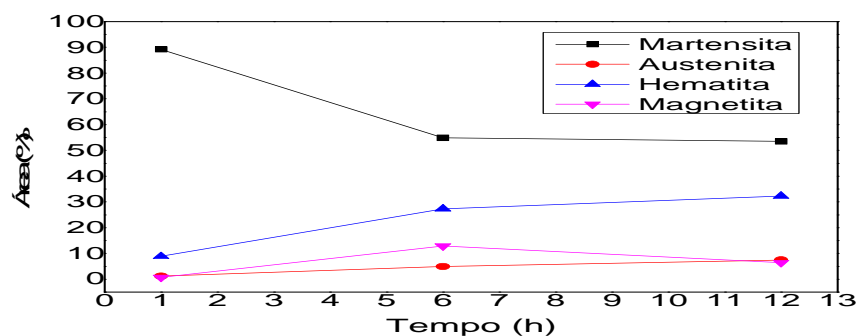


Figura 4 – Porcentagem das fases presentes nas amostras de 500°C.

Conclusões

Óxidos de ferro foram produzidos em todas as amostras tratadas termicamente;

As amostras tratadas a 400°C apresentaram apenas a hematita;

A magnetita está presente em todas as amostras tratadas acima de 400°C, principalmente na amostra 450°C/1h;

Verificou-se a formação da fase austenita em todas as amostras tratadas a 500°C.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela bolsa de iniciação científica concedida por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-Fundação Araucária-UEM-2016/2017

Referências

CHAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos-Características gerais, tratamentos térmicos e principais tipos. 4 ed. São Paulo: **Associação Brasileira de Metais**, 1977.

CHIAVERINI, V. Tecnologia Mecânica: Estrutura e Propriedades das Ligas Metálicas. 2 ed. São Paulo: **McGraw-Hill**, 1986.

FLOREEN, S. The physical metallurgy of maragins steels. **Metallurgical Reviews**, 13, p. 115-128, 1968.

ROHRBACH, K., SCHMIDT, M. Maraging Steels. In: Metals Handbook. ASM, Metals Park 1, **Carpenter Technology Corporation**. p. 793-800, 1990.

YOUNG, R. A. The Rietveld Method. New York: **Oxford University Press**, 1995.